



21th

**INTERNATIONAL
HIPPOCRATES
CONGRESS ON
MEDICAL AND
HEALTH SCIENCES**

13-14 MARCH 2026

**PROCEEDING BOOK
TAM METİN KİTABI**

EDITORS

**Prof. Dr. Ahu PAKDEMİRLİ
Prof. Dr. Meriç ERASLAN**

www.hippocratescongress.com



Publishing Director / Yayın Yönetmeni: Muhammet Özcan

Editors/Editörler: Prof. Dr. Ahu PAKDEMİRLİ, Prof. Dr. Meriç ERASLAN

ISBN: 978-625-8545-47-0

Asos Yayınevi

1st Edition / 1.baskı: March – Mart 2026

Address / Adres: Çaydağ Mah. Hacı Ömer Bilginoğlu Cad. No:

67/2-4/MERKEZ/ELAZIĞ

E-Mail: asos@asosyayinlari.com

Web: www.asosyayinlari.com

Instagram: <https://www.instagram.com/asosyayinevi/>

Facebook: <https://www.facebook.com/asosyayinevi/>

Twitter: <https://twitter.com/Asosyayinevi>



KURULLAR-BOARDS

Düzenleme Kurulu Başkanı

Prof. Dr. Ahu Pakdemirli, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Türkiye

Düzenleme Kurulu

Prof. Dr. Nizami Duran, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Ellie Abdi, Montclair Üniversitesi, ABD

Prof. Dr. Ayşe Meşe, Dicle University, Türkiye

Prof. Dr. Meriç Eraslan, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Tomasz Niznikowski, Józef Pilsudski Üniversitesi, Polonya

Bilim ve Hakem Kurulu

Prof. Dr. Ayşe Meşe, Dicle University, Türkiye

Prof. Dr. Ellie Abdi, Montclair Üniversitesi, ABD

Prof. Dr. Halit Demir, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Hülya Çiçek, Gaziantep Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Meriç Eraslan, Akdeniz Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Nizami Duran, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Türkiye

Prof. Dr. Parvez I. Haris, Montfort Üniversitesi, Leicester, İngiltere

Prof. Dr. Robert C. Schneider, State University of New York, ABD

Doç. Dr. Tomasz Niznikowski, Józef Pilsudski Üniversitesi, Polonya

Doç. Dr. Meryem Kuru Pekcan, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bilkent Şehir Hastanesi, Türkiye

Doç. Dr. Ayşe Neslihan Balkaya, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bursa Yüksek İhtisas EAH, Türkiye

Doç. Dr. Berna Erdal, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Ergül Mutlu Altundağ, Doğu Akdeniz Üniversitesi, KKTC.

Doç. Dr. Işıl Aydemir, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Muhammed Akif Deniz, Dicle Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Neslihan Düzkale, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Dışkapı Yıldırım Beyazıt EAH, Türkiye

Doç. Dr. Selma Usluca, Atılım Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Serhat Sirekbasan, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Sultan Mehtap Büyüker, İstanbul Medipol Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Yasin Kara, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Kanuni Sultan EAH, Türkiye

Doç. Dr. Yavuz Yücel, Dicle Üniversitesi, Türkiye

Doç. Dr. Yıldırım Gültekin, Sağlık Bilimleri Üniversitesi Eskişehir Şehir Hast. Türkiye

Doç. Dr. Zuhale Uçkun Şahinoğulları, Mersin Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Adem Tunçekin, Uşak Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Gülay Şahan, Balıkesir Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Büşra Şeker, İstinye Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Derya Deniz Kanan, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Eyüp Ekmen, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Gümer, Harran Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Naile Esra Saka, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Remzi Orkun Akgün, Çankırı Karatekin Üniversitesi, Türkiye

Dr. Öğr. Üyesi Reza Behdari, Health Industry Research Center, West Tehran Branch, İslamic Azad Üniversitesi, Tahran, İran

Dr. Öğr. Üyesi Rukiye Sümeyye Bakıcı, Karabük Üniversitesi, Türkiye



Dr. Öğr. Üyesi Şadiye Berna Aykan, Sakarya Üniversitesi, Türkiye
Uzm. Dr. Mahmut Yılmaz, Sağlık Bilimleri Üniversitesi İzmir Şehir Hastanesi, Türkiye
Uzm. Dr. Sami Uyar , Sağlık Bilimleri Üniversitesi Beyhekim EAH, Türkiye
Dr. Sabit Dere Konya Şehir Hastanesi, Türkiye

İÇİNDEKİLER - CONTENTS

KURULLAR-BOARDS.....	III
Düzenleme Kurulu Başkanı.....	III
Düzenleme Kurulu	III
Bilim ve Hakem Kurulu.....	III
Vertebrae Cervicales’lerin Anatomik Yapılarında Patolojik Değişiklikler Yapan Spinal Tüberküloz (POTT Hastalığı): Olgu Sunumu.....	1
Grafiksel Kullanıcı Arayüzlü Makine Öğrenimi Modelleriyle Patella Pozisyonunun Belirlenmesi.....	6
Oksidatif Stres ve Ateroskleroz ile İlişkili Temel Oksisterollerin LC–MS/MS ile Eşzamanlı Kantitatif Analizi	16
Diş Hekimliğinde Antimikrobiyal Direnç: Antibiyotik Yönetimi ve Klinik Sorumluluk	24
Endodontik Planlamada Dijital Dönüşümün Analizi: Rehberli Endodonti Çalışmalarının Bibliyometrik Analizi.....	32
İlaçla İlişkili Çene Kemiği Osteonekrozunun Tedavisi ve Yönetimi: Bibliyometrik Bir Analiz (2020–2025).....	38
Anterior Bölgedeki Eski Restorasyonların ve Diş Estetiğinin Yeniden Rehabilitasyonu: E.Max Lamine Veneer ve Zirkonya Sabit Bölümlü Protez ile Vaka Sunumu.....	46
Endodontik Tedavi Sonrası Diş Renklenmeleri: Etiyoloji ve Tedavi Yaklaşımları.....	54
Dijital Tedavi Planlaması ile Ortodontik Tedavi ve Ortognatik Cerrahinin Entegre Yönetimi: Klinik Bir Olgu Sunumu	61
Virtual Reality-Based Dental Training With Automated Evaluation of Crown Preparation Quality	69
Sanal Gerçeklik Kullanarak Klinik Öncesi Diş Hekimliği Eğitimi İçin Gerçek Zamanlı Voksel Tabanlı Diş Preparasyonu	77
Tipik İki Vaka Örneği ile Stafne Kemik Defekti.....	83
Juvenil İdiyopatik Artrit’in Manyetik Rezonans Görüntüleme ile Değerlendirilmesi....	89
Dental Ceramics and Digital Workflow	94
3D Printing and Digital Workflow in Dentistry	104
Derin Çürüklü Genç Daimi Dişin Mineral Trioksit Agregat ve İndirek Restorasyon ile Tedavisi: Olgu Sunumu	111
Beyond Standard Diagnostics: Integrating AI with Zebris Biometric Data for Precision Occlusion	115
CDHVR Müfredat Çerçevesi, Faz 1: Sabit Protetik Diş Tedavisi için Yetkinlik Temelli Bir Model	125
İmplant Destekli Protezlerde Dijital ve Konvansiyonel Ölçü Tekniklerinin Karşılaştırılması: Bir Anlatısal Derleme.....	134

Dijital ve Geleneksel Oklüzal Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Bir Anlatısal Derleme	147
Neurological Correlates of Migraine-Related Disability and Self-Concept in Late Adolescence: Illness Cognition and Neuroticism as Mediators	154
İrritabl Bağırsak Sendromu Olan Çocuklarda Beslenme, Yaşam Tarzı ve Antibiyotik Maruziyeti.....	158
Ergenlerde Elektronik Sigara Kullanımını Etkileyen Sosyodemografik Faktörler	163
Diz Manyetik Rezonans Görüntülemeye Patellar Tendon Kalınlığının Yaş ve Cinsiyet ile İlişkisi: Retrospektif Kesitsel Bir Çalışma	166
Sodyum Pentoborat'ın Siklosporin'e Bağlı Kardiyotoksisiteyi Önlemedeki Etkinliğinin Değerlendirilmesi	172
Depression and Anxiety in Cardiovascular Disease: Comparison with Healthy Controls and Association with Clinical Parameters	177
İnfluenza İlişkili Pnömoni ve Bronşiolit Olgularında Kreatin Kinaz ve Laktat Düzeylerinin Klinik Şiddet Göstergeleri ile İlişkisi: Retrospektif Çalışma	184
Kistik Fibrozisli 7-18 Yaş Grubu Hastalarda Sosyal Yaşam, Tedavi Yükü ve Gelecek Algısı: Gözlemsel Anket Çalışması	188
Esansiyel Trombositemi ve Polisitemia Vera Hastalarında Tromboz ve Sağkalımı Etkileyen Faktörler: Tek Merkezli Retrospektif Çalışma.....	191
Primer ve Sekonder İmmün Trombositopeni Hastalarının Klinik Özellikleri ve Klinik Sonuçlarının Karşılaştırılması	201
Pediyatrik Baş Ağrısında Alarm Bulgularının Önemi: Farklı Tanılarla Sonuçlanan İki Olgu	207
Besin Kaynaklı Anafilaksi Tanısı Alan Çocuklarda Klinik Özellikler ve Tekrarlayan Anafilaksi Risk Faktörleri: Beş Yıllık Tek Merkez Deneyimi	212
Impulse Oscillometry Detects Small Airway Dysfunction Better Than Spirometry in Children with Persistent Asthma.....	219
Akciğer Kanseri Hastalarında Yaşamın Son Döneminde Tam Kan Transfüzyonunun Sağ Kalım Üzerindeki Etkisi	227
Çocukluk Çağında Skrotal Ağrının Az Bilinen Sık Nedeni: Testis Eklerinin Torsiyonu Olgu Sunumu Serisi	231
Diyabet Yönetiminde Yapay Zeka ve Makine Öğrenimi Uygulamaları: Kişiselleştirilmiş ve Proaktif Bir Yaklaşım Doğru	238
İdiyopatik Pulmoner Arteriyel Hipertansiyon ile Konjenital Kalp Hastalığına Sekonder Pulmoner Arteriyel Hipertansiyonlu Pediyatrik Hastaların Klinik Özelliklerinin Karşılaştırılması	248
Kadın Yaşamının Evreleri ve Etik Boyutu	252
Multipl Sklerozda Dizartrik Profillin Klinik Şiddete Göre Karşılaştırılması: Olgu Serisi	259

Minimal İnvaziv Omega Orthonyxie Tekniği ile Tekrarlayan Tırnak Batmasının Tedavisi: On Hastalık Bir Olgu Serisinin Klinik Sonuçları.....	266
Klinik Karar Destek Sistemlerinin Hemşirelik Bakımında Kullanımı	270
Medial Menisküs Yırtığı Nedeniyle Ameliyat Olan Hastalarda Sigara İçmenin İyileşme Üzerine Etkisi.....	275
Antikoagülan Kullanan Atrial Fibrilasyonlu Bir Hastada Hematüri ve Cilt Nekrozu .	281
Osteochondroma of the Proximal Phalanx of the Thumb Causing Digital Nerve Irritation: A Rare Case Report	285
İstmoselin Histeroskopik Revizyonu ve Başarılı Gebelik: Olgu Sunumu.....	290
D2 Lenf Nodu Diseksiyonunda 11p'nin Haritalandırılması; Prospektif Vaka Kontrol Çalışması	293
Atipik Klinik ve Mikrobiyolojik Bulgularla Seyreden Torakolomber Enfeksiyöz Spondilodiskit: Bir Olgu Sunumu	300
Cardiorespiratory Fitness in Physiotherapy Students: Evaluation Via Treadmill Exercise Testing and Associations With Level of Physical Activity.....	305
Perceived Family and Community Support in Patients With Cardiovascular Disease	311
Primary Mediastinal Yolk Sac Tumor Mimicking Lymphoma: A Diagnostic Challenge	316
3. Ventrikül Lezyonlarında Endoskopik Yaklaşım: Tek Merkezli Vaka Serisi.....	323
İntrakranyal Tümörlerde Navigasyon Yardımlı Çerçevesiz Biyopsi Vakalarının Analizi	325
Osteogenezis Imperfekta Tanılı Pediatrik Hastada Total İntravenöz Anestezi Uygulaması: Olgu Sunumu	327
Is It Possible to Achieve Functional Outcomes Without Laxity Using Percutaneous Pie-Crusting Release of the Medial Collateral Ligament in Arthroscopic Repair of the Posterior Horn Tears of the Medial Meniscus?.....	331
Comparison of Subcutaneous Anterior Transposition and in Situ Decompression Techniques of Ulnar Nerve Surgery in Cubital Tunnel Syndrome	338
Spinal Kitleyi Taklit Eden Tüberküloz Spondiliti: Tanısal Bir Tuzak	347
Surgical Or Conservative Treatment in Acute Achilles Tendon Rupture'.....	352
Functional Outcomes of Anatomic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Retrograde Tibial Drilling and Far Anteromedial Portal Technique: A Retrospective Cohort Study.....	357
Tension Pneumothorax During Endobronchial Coil Lung Volume Reduction in Severe Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Case Report.....	369
<i>Ranunculus arvensis</i> 'e Bağlı Gelişen Fitodermatit ve İkinci Derece Kimyasal Yanık: Bir Olgu Sunumu	374
Pigmented Villonodular Synovitis of The Hip Presenting As Femoral Neck Fracture Treated by Total Hip Arthroplasty	378

Tekrar PSA Ölçümünün Multiparametrik Prostat MR Görüntüleme Gereksinimini Azaltmadaki Rolü: Tek Merkezli Retrospektif Bir Analiz	384
TAPP Sonrası Şiddetli Karın Ağrısı İle Başvuran Hastada Nadir Bir Erken Dönem Komplikasyonu.....	389
Oküler Yüzey Hastalığı İndeksi Kullanılarak Kirpik Uzatma Uygulaması ile Göz Kuruluğu Arasındaki İlişkinin Analizi	393
Tek Akciğer Ventilasyonunda Refrakter Hipoksemide Alternatif Düşük Maliyetli Bir Kurtarma Yöntemi: Dört Hastalık Klinik Deneyim	397
Diabetik Retinopati ve Longevity İlişkisi: Mikrovasküler Hasarın Sistemik Yaşlanma ve Yaşam Süresi Üzerindeki Etkileri	402
Laparoskopik Sleeve Gastrektominin Tip 2 Diyabet Üzerine Etkileri: Orta Dönem Sonuçlar ve Remisyon Prediktörleri	421
Selective Eating Behaviors In Preschool Children: A Multidisciplinary Developmental Perspective	425
Torasik Endovasküler Aort Anevrizması Onarımı Sırasında Serebrospinal Sıvı İzlemi ve Drenajı: Olgu Sunumu.....	433

Presentation ID / Sunum No= 34

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: /0000-0002-9453-3638

**Vertebrae Cervicales’lerin Anatomik Yapılarında Patolojik Değişiklikler
Yapan Spinal Tüberküloz (POTT Hastalığı): Olgu Sunumu**

1

**Asst. Prof. Dr. Nurullah Yucel¹, Dr. Hayat Hassen Mohammed², Asst. Prof. Dr. Tayfun Aygün³,
Prof.Dr. Mustafa Namık Öztanır²**

¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hamidiye Uluslararası Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı İstanbul Türkiye

²Bezmialem Vakıf Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Nöroşirurji Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

³Giresun Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Anabilim Dalı, Giresun, Türkiye

*Corresponding author: Hayat Hassen

Özet

Amaç: Tüberküloz (TB), farklı klinik tablolarla seyreden önemli bir küresel sağlık sorunu olmaya devam etmektedir. Pulmoner tutulum en sık görülen form olmakla birlikte, olguların yaklaşık %15–25’ini ekstrapulmoner tüberküloz oluşturur. İskelet sistemi tüberkülozu bu grubun önemli bir alt kümesidir. Spinal tüberküloz (Pott hastalığı) en sık torakolomber bölgede görülürken, servikal omurga tutulumu nadirdir, ancak kraniyovertebral bileşkenin karmaşık anatomisi nedeniyle instabilite ve nörolojik hasar riski yüksektir. Servikal Pott hastalığının tanısı güç olabilir. Hastalar non-spesifik semptomlarla başvurabilir, inflamatuvar belirteçler ve mikrobiyolojik testler, özellikle basil yükünün düşük olduğu ekstrapulmoner olgularda, negatif olabilir. Bu nedenle radyolojik ve anatomik değerlendirme tanıda temel rol oynar. **Olgu Sunumu:** Yirmi bir yaşında erkek hasta, yaklaşık bir yıldır süren progresif baş ağrısı ve son altı ayda 12 kg istemsiz kilo kaybı ile başvurdu. Ateş, gece terlemesi, öksürük veya nörolojik defisit yoktu. Fizik muayenede servikal ağrı ve hareket kısıtlılığı saptandı, nörolojik muayene normaldi. Laboratuvar incelemeleri ve inflamatuvar belirteçler normaldi. Asidorezistan basil (ARB) testleri negatifti. Servikal MRG’de dens axis’in posteriora deplase olduğu, atlanto-dental mesafenin arttığı ve servikomedüller bileşkede bası geliştiği izlendi. Kraniovertebral bileşke’den C3–C4 seviyesine kadar uzanan retrofaringeal ve posterior paravertebral apseler mevcuttu. Servikal BT’de dens axis düzeyinde litik destrüksiyon saptandı, atlantoaksiyel hizalanma korunmuştu. Bu bulgular, sabit deformiteden ziyade osteo-ligamentöz yıkıma bağlı fonksiyonel instabiliteyi düşündürdü. Toraks BT’de tree-in-bud nodüller, kaviter lezyonlar ve fibrotik bantlar izlenmesi üzerine, ARB negatifliğine rağmen antitüberküloz tedavi preoperatif dönemde başlandı. kranioservikal instabilite nedeniyle posterior oksipito-servikal stabilizasyon-füzyon uygulandı. Postoperatif dönemde tedavi sürdürüldü ve klinik iyileşme sağlandı. **Sonuç:** Servikal Pott hastalığı, negatif laboratuvar ve mikrobiyolojik sonuçlara rağmen, açıklanamayan konstitüsyonel semptomlar ve kranioservikal instabilite varlığında akılda tutulmalıdır. BT ve MRG ile ayrıntılı anatomik değerlendirme ve pulmoner görüntüleme tanıda kritik öneme sahiptir. Erken antitüberküloz tedavi ve uygun cerrahi stabilizasyon, olumlu sonuçlar için esastır.

Anahtar Kelimeler: Dens Axis, Ekstrapulmoner Tüberküloz, Kranioservikal Bileşke, Servikal Omurga, Servikal Pott Hastalığı

Spinal Tuberculosis (Pott's Disease) Causing Pathological Changes in the Anatomical Structures of the Cervical Vertebrae: A Case Report.

Abstract

Objective: Tuberculosis (TB) remains a significant global health problem with diverse clinical presentations. Pulmonary involvement is the most common form, although extrapulmonary tuberculosis accounts for approximately 15–25% of cases. Skeletal tuberculosis is a significant subset of this group. Spinal tuberculosis (Pott's disease) most frequently occurs in the thoracolumbar region, while cervical spine involvement is rare, however, due to the complex anatomy of the craniovertebral junction, the risk of instability and neurological damage is high. Diagnosis of cervical Pott's disease can be challenging. Patients may present with non-specific symptoms, inflammatory markers and microbiological tests may be negative, especially in extrapulmonary cases with low bacillary loads. Therefore, radiological and anatomical evaluations play a fundamental role in diagnosis. Case Report: A 21-year-old male patient presented with progressive headaches lasting approximately one year and involuntary weight loss of 12 kg in the last six months. There was no fever, night sweats, cough, or neurological deficit. Physical examination revealed cervical pain and limited range of motion, neurological examination was normal. Laboratory investigations and inflammatory markers were normal. Acid-resistant bacilli (ARB) tests were negative. Cervical MRI showed posterior displacement of the dens axis, increased atlanto-dental space, and compression at the cervicomedullary junction. Retropharyngeal and posterior paravertebral abscesses extending from the craniovertebral junction to the C3–C4 level were present. Cervical CT revealed lytic destruction at the level of the dens axis, atlantoaxial alignment was preserved. These findings suggested functional instability due to osteo-ligamentous destruction rather than fixed deformity. Following the observation of tree-in-bud nodules, cavitary lesions, and fibrotic bands on thoracic CT, antituberculosis treatment was initiated preoperatively despite ARB negativity. Posterior occipito-cervical stabilization-fusion was performed due to craniocervical instability. Treatment was continued postoperatively, and clinical improvement was achieved. Conclusion: Cervical Pott's disease should be considered in the presence of unexplained constitutional symptoms and craniocervical instability, despite negative laboratory and microbiological results. Detailed anatomical evaluation with CT and MRI and pulmonary imaging are critical for diagnosis. Early antituberculosis treatment and appropriate surgical stabilization are essential for favorable outcomes.

Keywords: Dens Axis, Extrapulmonary Tuberculosis, Craniocervical Junction, Cervical Spine, Cervical Pott's Disease

Giriş

Kraniyovertebral bileşke (KVB), os occipitale, atlas (C1) ve axis (C2) kemiklerinden oluşan ve kraniyum ile servikal vertebra arasında anatomik geçişi sağlayan son derece kompleks bir anatomik bölgedir. Bu bölge, önemli nörovasküler yapıların yakın komşuluğu ve geniş hareket açıklığı nedeniyle vertebral kolonun en kritik segmentlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Servikal rotasyon hareketinin büyük bir bölümü atlantoaksiyel eklemden gerçekleşirken fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinin önemli bir kısmı oksipitoatlantal ve atlantoaksiyel eklemler aracılığıyla sağlanmaktadır.¹⁻³ Kraniyovertebral bileşkenin stabilitesi kemik yapılar, faset eklemleri, odontoid kompleks ve ligamentöz yapıların birlikte oluşturduğu karmaşık biyomekanik ilişkiler ile sağlanmaktadır. Bu nedenle bu bölgeyi etkileyen patolojik süreçler nörolojik komplikasyonlara ve mekanik instabiliteye yol açabilmektedir.^{1,4}

Kraniyoservikal bölge travma, konjenital anomaliler, dejeneratif hastalıklar ve enfeksiyonlar gibi çeşitli patolojik süreçlerden etkilenebilmektedir. Bu enfeksiyonlar arasında yer alan Pott hastalığı veya diğer adıyla tüberküloz spondiliti, columna vertebralisin önemli destrüktif enfeksiyonlarından biridir. Bu hastalık *Mycobacterium tuberculosis* enfeksiyonuna bağlı olarak gelişmekte olup vertebra korpusları ve intervertebral disklerde ilerleyici destrüksiyon ile karakterizedir.⁵⁻⁷

Spinal tüberküloz tüm tüberküloz vakalarının yaklaşık %1–2’sini oluşturmalarına rağmen, kas-iskelet sistemi tüberkülozunun en sık görülen formudur ve olguların yaklaşık %50’sinden sorumludur.⁷⁻⁹ Spinal tüberküloz çoğunlukla vertebranın alt torakal ve üst lomber segmentlerini tutarken servikal vertebra tutulumu daha nadir görülmekte ve tüm spinal tüberküloz olgularının yaklaşık %2–12’sini oluşturmaktadır.^{8,10}

Hastalar genellikle boyun veya sırt ağrısı, nörolojik defisit, alt ekstremité güçsüzlüğü ve kifotik deformite gibi bulgularla başvurabilmektedir. Ateş, kilo kaybı ve gece terlemesi gibi konstitüsyonel semptomlar da klinik tabloya eşlik edebilmektedir.^{7,10} Hastalığın klinik seyri çoğu zaman sinsi olup tanı sıklıkla gecikmektedir.

Spinal tüberküloz çoğunlukla hematolojik veya lenfatik yayılım sonucunda vertebral yapılara ulaşmaktadır. Enfeksiyon genellikle vertebra korpusunun spongiyöz kemiğinde yerleşerek zamanla kortikal kemik ve intervertebral disk yapılarına ilerlemektedir.¹¹ Bu süreç vertebral çökme, kifotik deformite ve paravertebral apselerin gelişmesine yol açabilmektedir. Epidural granülasyon dokusu ve kemik fragmanları spinal kord basısına neden olarak nörolojik komplikasyonlara yol açabilmektedir.^{12,13}

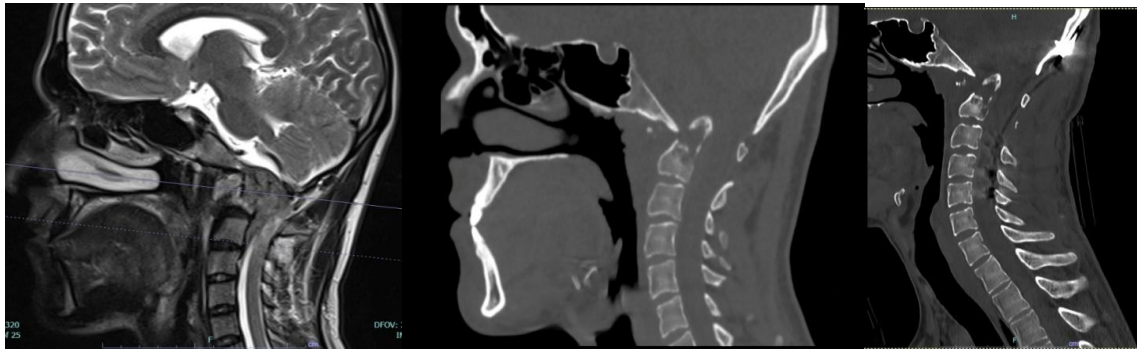
Kraniyovertebral bileşkenin kompleks anatomik yapısı ve burada yer alan kritik nörovasküler yapılar nedeniyle bu bölgede gelişen enfeksiyonlar ciddi nörolojik komplikasyonlara yol açabilmektedir. Bu nedenle servikal Pott hastalığının değerlendirilmesinde kraniyovertebral bileşkenin anatomik ve biyomekanik özelliklerinin iyi anlaşılması büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada servikal Pott hastalığına bağlı olarak gelişen kraniyoservikal instabilite olgusu sunulmakta ve kraniyovertebral bileşkenin anatomik özelliklerinin klinik önemi tartışılmaktadır.

Olgu Sunumu

Yirmi bir yaşında erkek hasta yaklaşık bir yıldır devam eden progresif baş ağrısı ve son altı ay içinde gelişen 12 kg istemsiz kilo kaybı şikâyetleri ile başvurdu. Hastanın ateş, gece terlemesi, öksürük veya nörolojik defisit öyküsü bulunmamaktaydı. Fizik muayenede servikal bölgede ağrı ve boyun hareketlerinde kısıtlılık saptandı. Nörolojik muayene normal olarak değerlendirildi. Laboratuvar incelemelerinde inflamatuvar belirteçler normal sınırlarda bulundu ve asidorezistan basil (ARB) testleri negatif olarak sonuçlandı.

Servikal manyetik rezonans görüntüleme (MRG) processus odontoideus posteriora doğru deplase olduğu, atlanto-dental mesafenin arttığı ve servikomedüller bileşke düzeyinde bası geliştiği izlendi. Ayrıca kraniyovertebral bileşkeden C3–C4 seviyesine kadar uzanan retrofaringeal ve posterior paravertebral apseler saptandı (Resim 1). Servikal bilgisayarlı tomografi (BT) incelemesinde processus odontoideus düzeyinde litik kemik destrüksiyonu gözlemlendi (Resim 2). Toraks BT’de tree-in-bud nodüller, kaviter lezyonlar ve fibrotik bantlar izlenmesi üzerine ARB testleri negatif olmasına rağmen klinik ve radyolojik bulgular tüberküloz lehine değerlendirildi ve hastaya antitüberküloz tedavi (izoniazid, rifampisin, etambutol ve pirazinamid) başlandı. Kraniyoservikal instabilite varlığı nedeniyle hastaya posterior oksipitoservikal stabilizasyon ve füzyon uygulandı (Resim 3). Postoperatif dönemde antitüberküloz tedaviye devam edildi ve hastada belirgin klinik iyileşme gözlemlendi.



Resim 1: MRG C1-C4 seviyesinde retrofaringeal abse

Resim 2: PRE-OP BT C2 seviyesinde litik kemik destrüksiyonu

Resim 3: Post-OP BT posterior oksipitoservikal stabilizasyon ve füzyon

Tartışma

Spinal tüberküloz, diğer adıyla Pott hastalığı, insanlık tarihinin en eski enfeksiyon hastalıklarından biri olup ilk kez Sir Percival Pott tarafından tanımlanmıştır.⁸ Günümüzde spinal tüberküloz kas-iskelet sistemi tüberkülozunun en sık görülen formu olup tüm olguların yaklaşık %50'sini oluşturmaktadır. Ayrıca ekstrapulmoner tüberküloz olgularının yaklaşık %15'ini ve tüm tüberküloz vakalarının %1–2'sini kapsamaktadır.^{7,9} Spinal tüberküloz olgularının büyük çoğunluğunda tutulum alt torasik ve torakolomber bölgede görülmektedir. Servikal spinal tüberküloz ise tüm spinal tüberküloz olgularının yaklaşık %2–12'sini oluşturan nadir bir lokalizasyondur.¹⁰

Enfeksiyon genellikle hematolojik yayılım yoluyla vertebral yapılara ulaşmaktadır. Vertebral kemik dokusuna yerleşen mikroorganizma çoğunlukla spongiyöz kemikte yerleşmekte ve zamanla kortikal kemiğe ilerleyerek vertebral destrüksiyona neden olmaktadır.¹¹ Hastalığın ilerlemesi vertebral çökme, kifotik deformite ve paravertebral apselerin gelişmesine yol açabilmektedir. Servikal spinal tüberküloz nadir görülmekle birlikte klinik açıdan oldukça önemlidir. Servikal spinal kanalın görece dar olması ve hastalığın sinsi başlangıcı nedeniyle tanıda gecikmeler yaşanabilmektedir. Bu durum spinal kord basısı ve ciddi nörolojik komplikasyon riskini artırmaktadır.¹²

Kraniyovertebral bileşke anatomik olarak oldukça kompleks bir bölge olup stabilite büyük ölçüde kemik yapılar ve ligamentöz yapılar tarafından sağlanmaktadır. Atlantoaksiyel eklem servikal rotasyonun yaklaşık yarısından sorumludur ve columna vertebralisin en hareketli segmentlerinden biridir.^{1,2} Bu yüksek mobilite enfeksiyon veya destrüktif süreçler sonucunda instabilite gelişimi açısından bölgeyi daha hassas hale getirmektedir. Kraniyovertebral bileşkenin tutulduğu spinal tüberküloz olgularında vertebral destrüksiyon ve ligamentöz yapıların etkilenmesi atlantoaksiyel instabiliteye yol açabilmektedir. Bu durum servikomedüller bileşke düzeyinde bası gelişmesi nedeniyle ciddi nörolojik komplikasyon riskini artırmaktadır.⁶

Bu nedenle kraniyovertebral bileşke tutulumu olan spinal tüberküloz olgularında erken tanı ve uygun cerrahi stabilizasyon büyük önem taşımaktadır. Literatürde üst servikal bölgeyi tutan lezyonların paravertebral veya epidural apse varlığına bakılmaksızın posterior debridman, dekompresyon ve enstrümantasyon içeren cerrahi yaklaşımlar ile başarılı şekilde tedavi edilebileceği bildirilmektedir.¹⁴

Sunulan olguda da progresif kemik destrüksiyonu ve kraniyoservikal instabilite gelişmesi nedeniyle cerrahi stabilizasyon uygulanmıştır. Posterior oksipitoservikal stabilizasyon hem spinal stabilitenin sağlanması hem de nörolojik yapıların korunması açısından etkili bir cerrahi yöntem olarak değerlendirilmektedir.⁴ Servikal spinal tüberküloz nadir görülmesine rağmen özellikle kraniyovertebral bileşke tutulumu söz konusu olduğunda erken tanı ve uygun cerrahi tedavi planlaması hastaların prognozu açısından kritik önem taşımaktadır.

Sonuç

Sonuç olarak, Pott hastalığında nörolojik defisit bulunmasa dahi mevcut spinal deformite ve mekanik instabilite cerrahi müdahale için önemli bir endikasyon oluşturabilmektedir. Uygun süreyle uygulanan antitüberküloz tedavi ve gerekli olgularda spinal enstrümantasyon ile stabilizasyonun sağlanması, başarılı klinik ve radyolojik sonuçların elde edilmesinde önemli rol oynamaktadır.

Kaynaklar

1. White AA III, Panjabi MM. The clinical biomechanics of the occipitoatlantoaxial complex. *Orthop Clin North Am.* 1978;9:867-878.
2. Panjabi M, Dvorak J, Duranceau J, Yamamoto I, Gerber M, Rauschnig W, et al. Three-dimensional movements of the upper cervical spine. *Spine.* 1988;13:726-730.
3. Wolfla CE. Anatomical, biomechanical, and practical considerations in posterior occipitocervical instrumentation. *Spine J.* 2006;6:225S-232S.
4. Selecki BR. The effects of rotation of the atlas on the axis. *Med J Aust.* 1969;1:1012-1015.
5. Loembe PM. Medico-surgical treatment of Pott's disease. *Can J Neurol Sci.* 1994;21:339-345.

6. Adjio DKFP et al. Cervical Pott's disease: case report and review of the literature. *Pan Afr Med J.* 2022;42:299.
7. Martini M, Ouahes M. Bone and joint tuberculosis: a review of 625 cases. *Orthopedics.* 1988;11:861-866.
8. Turgut M. Spinal tuberculosis: clinical presentation and surgical management. *Neurosurg Rev.* 2001;24:8-13.
9. Talbot JC et al. Musculoskeletal tuberculosis: a six-year review. *Ann R Coll Surg Engl.* 2007;89:405-409.
10. Moon MS et al. Tuberculosis of the spine: current views. *Orthop Trauma.* 2013;27:185-194.
11. Desai SS. Early diagnosis of spinal tuberculosis by MRI. *J Bone Joint Surg.* 1994;76:863-869.
12. Dass B et al. Tuberculosis of the spine presenting as compression fractures. *Spinal Cord.* 2002;40:604-608.
13. Ansari S et al. Pott's spine: diagnostic imaging modalities. *North Am J Med Sci.* 2013;5:404-411.
14. Roche DH et al. Tuberculous spondylodiscitis and MRI. *Neurochirurgie.* 1993;39:248-253.

Presentation ID / Sunum No= 99

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-8996-3385

Grafiksel Kullanıcı Arayüzlü Makine Öğrenimi Modelleriyle Patella Pozisyonunun Belirlenmesi

Serkan Akkoyun^{1,2,*}, İlhan Otağ³

¹Department of Physics, Faculty of Sciences, Sivas Cumhuriyet University, 58140, Sivas, Türkiye

²School of Mathematics and Physics, University of Surrey, Guildford, United Kingdom

³Department of Anatomy, Faculty of Medicine, Sivas Cumhuriyet University, 58140, Sivas, Türkiye

Özet

Patella pozisyonu, patellofemoral ağrı sendromu ve patella instabilitesi ile ilişkili olarak kabul edilir. Patellofemoral ağrı sendromu, fiziksel olarak aktif bireylerde ve ergenlerde sık görülen bir diz rahatsızlığıdır. Patellofemoral düzensizlik tek başına patellofemoral ağrının başlangıcı için yeterli değildir. Hastalar çeşitli patellar hizalama paternleri sergileyebilir. Patellofemoral ağrı sendromunun tüm vakalarında patellofemoral düzensizlikler tespit edilmiştir. Bu çalışmada, 60 erkek ve 60 kadın gönüllünün sağ ve sol diz ölçümlerinden elde edilen mesafeler kullanılarak, farklı makine öğrenimi modelleriyle patella ligamentinin açısı tahmin edilmiştir. ML modelleri için yapılan hesaplamalar, herhangi bir kodlama karmaşıklığına gerek kalmadan, kullanıcı dostu bir arayüzle kolayca gerçekleştirilmiştir. Sonuçlar, kullanılan yöntemlerin bu açıyı tahmin edebildiğini göstermektedir. Ayrıca, sonuçlara göre, patellofemoral düzensizlik riski kadınlarda erkeklere göre daha yüksek bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Patella bağları, Patella sırası, Makine öğrenimi

Abstract

Patellar position is considered an indicator of patellofemoral pain syndrome and patellar instability. Patellofemoral pain syndrome is a common knee disorder seen in physically active individuals and adolescents. Patellofemoral dysregulation alone is not sufficient for the onset of patellofemoral pain. Patients may exhibit various patellar alignment patterns. Patellofemoral dysregulations have been identified in all cases of patellofemoral pain syndrome. In this study, using distances obtained from right and left knee measurements of 60 male and 60 female volunteers, the angle of the patellae ligament was predicted using different machine learning models. The calculations performed for the ML models were easily done with a user-friendly interface, without the need for any coding complexity. The results indicate that the methods used can predict this angle. Furthermore, according to the results, the risk of patellofemoral dysregulation was found to be higher in women than in men.

Keywords: Ligamentum patellae, Patellar order, Machine Learning

1. GİRİŞ

İnsan hareket sisteminin en kritik bileşenlerinden biri olan diz eklemi, günlük aktiviteler ve sportif faaliyetler sırasında muazzam yüklenmelere maruz kalmaktadır. Bu karmaşık yapının sağlıklı işleyişi,

patellanın dahil olduğu hassas dizilime doğrudan bağlıdır. Klinik ortopedide patellofemoral ağrı sendromu ve patellar instabilite, özellikle aktif yaşam tarzına sahip genç bireylerde en sık karşılaşılan morbiditeler arasında yer almaktadır. Patellanın biyomekanik konumlanmasındaki sapmalar, eklem yüzeyindeki basınç dağılımını bozarak dejeneratif süreçlerin tetiklenmesine yol açabilmektedir^{1,2}. Geleneksel klinik uygulamalarda patellar dizilimi değerlendirmek amacıyla en yaygın kullanılan parametre Quadriceps (Q) açısıdır. Q-açısı, dizin ekstansör mekanizmasının bir göstergesi olarak kabul edilse de, yumuşak doku varyasyonları ve ölçüm zorlukları nedeniyle doğruluğu sıklıkla tartışılmaktadır. Literatürde patellanın medio-lateral konumunu belirlemek için farklı araştırmacılar tarafından yöntemler önerilmiştir³⁻⁵. Ancak, dizin üç boyutlu morfolojisini yansıtan daha hassas ve tekrarlanabilir ölçüm tekniklerine duyulan ihtiyaç devam etmektedir.

Bu çalışmaya temel teşkil eden önceki araştırmada belirtilmiş olduğu üzere, dizin 20 derecelik fleksiyon pozisyonunda, m. quadriceps femoris kasılmadan yapılan ölçümler için dört manivelalı özel bir ölçüm aracı tasarlanmıştır⁶. Bu araç vasıtasıyla Epicondylus lateralis (L), Epicondylus medialis (M), Tuberositas tibiae (T) ve patella merkezi (P) gibi kritik anatomik noktalar arasındaki ilişkiler, diz pozisyonu değiştirilmeden kağıt üzerine aktarılmıştır. Bu ölçümlerden elde edilen Ligamentum Patellae açısı (BTP), patellar pozisyonun belirlenmesinde Q-açısına alternatif ve tamamlayıcı bir parametre olarak sunulmuştur. Biyomekanik verilerin analizinde cinsiyet, belirleyici bir değişken olarak öne çıkmaktadır⁷. Yapılan ölçümler, kadınlarda BTP açısının erkeklere kıyasla yaklaşık iki kat daha geniş olduğunu (kadınlarda ortalama 12.13° - 19.39°, erkeklerde 6.58° - 9.82°) ortaya koymuştur. Bu durum, kadınların anatomik yapısı gereği patellofemoral bozukluklara ve koşu yaralanmalarına (örneğin tibial stres fraktürleri) iki kat daha fazla yatkın olmalarını bilimsel olarak açıklamaktadır. Ayrıca, hem erkeklerde hem de kadınlarda sağ ve sol dizler arasında belirgin bir bilateral asimetri gözlemlenmiş; sağ dizlerdeki BTP açısının sola oranla yaklaşık 1.5 kat daha büyük olduğu saptanmıştır. Biyomekanik verilerin yüksek dereceli doğrusal olmayan yapısı, geleneksel istatistiksel yöntemlerin tahmin kapasitesini sınırlamaktadır⁸⁻¹⁰. Bu karmaşıklığı çözmek amacıyla önceki çalışmamızda Yapay Sinir Ağları (MLP) kullanılmış ve BTP açısı tahmininde düşük hata payları elde edilmiştir⁶. Bu çalışmada farklı makine öğrenme algoritmaları kullanılarak, sonuçlar birbirleriyle kıyaslanmıştır. Çalışmanın temel motivasyonu, sadece MLP yapısı ile sınırlı kalmayıp, Destek Vektör Regresyon (SVR), Gradient Boosting, Ridge Regresyon ve Doğrusal Regresyon gibi modellerin, BTP açısı tahmini üzerindeki performanslarını karşılaştırmalı olarak analiz etmektir. 120 gönüllüden elde edilen 240 diz verisi kullanılarak, modern makine öğrenmesi modellerinin klinik biyomekanikteki doğruluk sınırları ele alınmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışma, diz morfolojisi ve patellar dizilim verileri üzerinden BTP açısını tahmin etmek amacıyla deneysel ölçümler ve ileri düzey hesaplamalı modelleri bir araya getirmektedir. Araştırmanın örneklem grubu, yaşları 18 ile 26 arasında değişen, herhangi bir diz yaralanması veya ortopedik rahatsızlığı bulunmayan 120 gönüllüden (60 kadın, 60 erkek) oluşmaktadır. Kadın katılımcıların ortalama vücut ağırlığı 61.5 kg, boyu 163 cm iken; erkek katılımcılarda bu değerler sırasıyla 74 kg ve 181 cm olarak kaydedilmiştir. Toplamda 240 dizden (sağ ve sol) elde edilen veriler, modelleme sürecinin temelini oluşturmuştur. Çalışma için etik kurul onayı alınmış ve gönüllülük esası gözetilmiştir. Ölçümler sırasında katılımcılar sırt üstü pozisyonunda, ayakları nötral rotasyonda tutulmuştur. M. quadriceps femoris kasının kontraksiyonunu engellemek ve standardizasyonu sağlamak amacıyla dizler 20° fleksiyon açısına getirilmiştir. Veri toplama sürecinde bu çalışma için özel olarak geliştirilen dört manivelalı bir ölçüm düzeneği kullanılmıştır. Bu düzeneğe, diz pozisyonunu bozmadan dört farklı anatomik noktadan birbirine göre konumunu hassas bir şekilde kağıt üzerine aktarmayı mümkün kılmıştır. Tablo 1’de çalışma kapsamında değerlendirilen 120 gönüllüye ait anatomik ölçümlerin ve cinsiyet dağılımının betimsel istatistikleri verilmiştir.

Tablo 1 Değişkenlerin ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değerleri ile çeyreklik (quartile) dağılımları

Özellik	Ort.Değer	S.Sapma	Minimum	%25.....	%50.....	%75.....	Maksimum
Cinsiyet	1.51	0.5	1.0	1.0	2.0	2.0	2.0
Taraf	1.5	0.5	1.0	1.0	1.5	2.0	2.0
PA	15.72	8.38	0.0	10.0	14.5	21.0	45.0
TB	55.69	11.18	19.0	48.0	56.0	64.0	83.0
LA	50.4	10.97	16.0	43.0	50.0	58.0	81.0
MA	56.71	11.81	24.0	49.0	58.0	65.0	88.0
LB	37.73	9.11	6.0	32.0	37.0	42.0	76.0
MB	69.41	10.21	36.0	63.0	69.5	76.25	97.0
AB	14.35	9.93	0.0	7.0	13.0	20.0	71.0
PT	73.12	9.66	17.0	68.0	74.0	79.0	100.0
LM	107.4	8.07	84.0	102.0	107.5	113.0	131.0
BTP_Acisi_Derece	14.34	9.98	0.0	6.78	12.87	19.98	60.95

BTP açısının hesaplanması ve tahmin modellerine girdi sağlanması için şu dört temel anatomik nokta belirlenmiştir: (1) Epicondylus lateralis (L); manuel muayene ile belirlenen epikondil lateralinin tepe noktası; (2) Epicondylus medialis (M); manuel muayene ile belirlenen epikondil medialinin tepe noktası; (3) Tuberositas tibiae (T); tuberositas tibiae'nin dikey ve yatay orta eksenlerinin kesişme noktası; (4) Patella merkezi (P); patellanın çevresi belirlenerek en uzun dikey ve yatay eksenlerin kesişme noktası. Ayrıca, LM çizgisinde iki ek nokta daha vardır. Bunlar, A olarak gösterilen P'nin LM çizgisine olan izdüşümü ve B olarak gösterilen T'nin izdüşümüdür. Modellerde girdi parametresi olarak kullanılan 11 temel özellik şunlardır: Cinsiyet, PA, LM, PT, AB, MB, LB, MA, LA, TB. Tahmin edilmesi hedeflenen çıktı ise bu noktalardan türetilen BTP açısıdır. Bu çalışmada, aşağıda kısaca özetlenen beş farklı regresyon algoritması karşılaştırmalı olarak uygulanmıştır:

Çok Katmanlı Algılayıcı (MLP)¹¹: Biyolojik sinir sistemini taklit eden, girdi, gizli ve çıktı katmanlarından oluşan ileri beslemeli bir yapıdır. Doğrusal olmayan karmaşık ilişkileri yakalamak için aktivasyon fonksiyonları (tan-hiperbolik, ReLU vb.) kullanarak verideki derin örüntüleri modeller.

Destek Vektör Regresyonu (SVR)¹²: Verileri yüksek boyutlu bir özellik uzayına haritalayarak, belirli bir hata payı (\$\epsilon\$) dahilinde verileri en iyi temsil eden hiper-düzlemi belirleyen bir yöntemdir. Çekirdek (kernel) fonksiyonları sayesinde doğrusal olmayan veri yapılarında yüksek genelleme kapasitesi sunar.

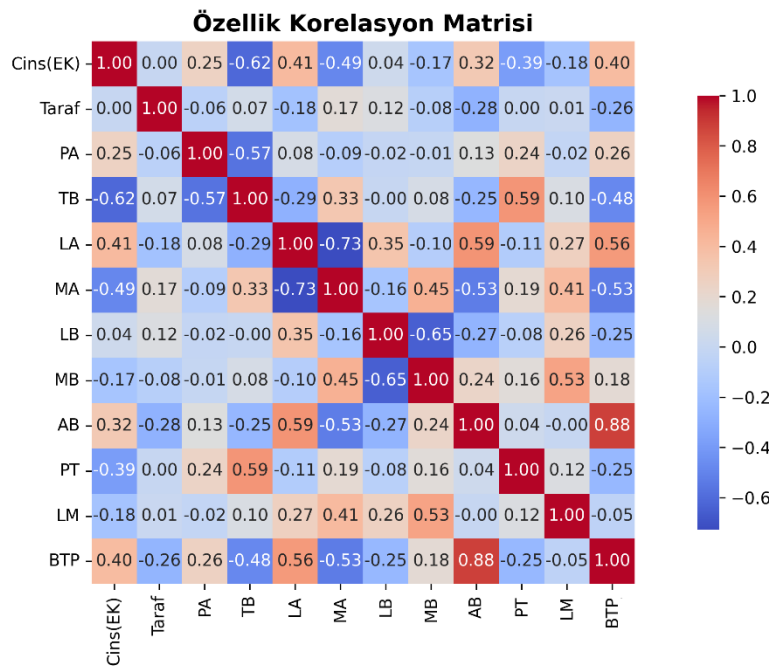
Ridge Regresyon¹³: Standart doğrusal regresyona L2 düzenleme (regularization) ekleyerek çoklu doğrusallık (multicollinearity) problemlerini minimize eden bir yöntemdir. Model katsayılarının aşırı büyümesini cezalandırarak varyansı düşürür ve modelin yeni veriler üzerindeki genelleme yeteneğini artırır.

Doğrusal Regresyon¹⁴: Hedef değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi doğrusal bir denklemle modelleyen temel bir istatistiksel yöntemdir. Hesaplama maliyetinin düşüklüğü ve sonuçların yorumlanabilirliği nedeniyle modeller için temel bir karşılaştırma (baseline) noktası oluşturur.

Gradyan Artırma (Gradient Boosting)¹⁵: Zayıf öğrencileri (genellikle karar ağaçları) sıralı bir şekilde birleştirilerek güçlü bir tahmin modeli oluşturan bir topluluk (ensemble) yöntemidir. Her yeni model, bir önceki aşamadaki tahmin hatalarını (artıkları) minimize edecek şekilde eğitilerek yüksek doğruluk oranlarına ulaşılmasını sağlar.

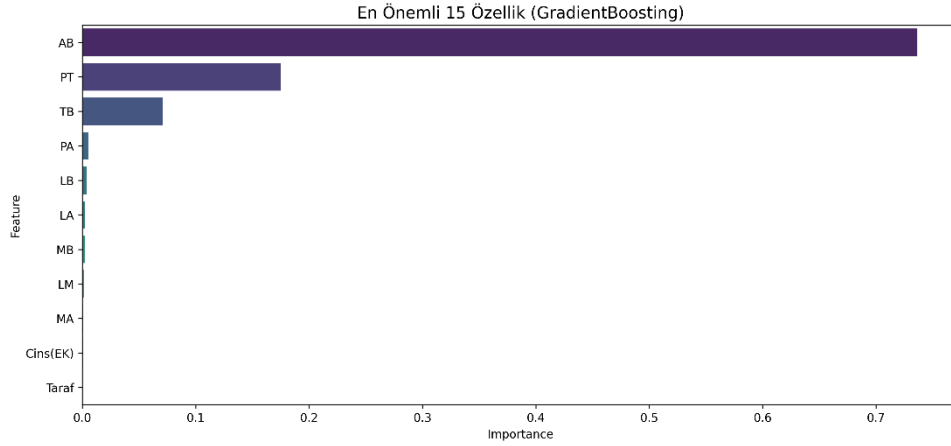
Veri setinin %80'i eğitim, %20'si ise modellerin daha önce görmediği veriler üzerindeki başarısını ölçmek amacıyla test aşaması için ayrılmıştır. Modellerin tahmin tutarlılığı, belirleyicilik katsayısı (Coefficient of Determination, R^2), ölçülen değerler ile tahmin edilen değerler arasındaki farkı ifade eden kök ortalama kare hata (RMSE) ve ortalama mutlak hata (MAE) metriği ile analiz edilmiştir.

Şekil 1’de parametreler arasındaki korelasyon matrisi görülmektedir. Korelasyon matrisinde BTP değişkeni ile diğer parametreler arasındaki etkileşimler incelendiğinde, en baskın ilişkinin AB değişkeni ile olduğu ($r=0.88$) görülmektedir. Bu çok yüksek pozitif korelasyon, AB ve BTP parametrelerinin istatistiksel olarak neredeyse eşdeğer bir varyans sergilediğini ve BTP değerindeki değişimin %77’den fazlasının AB birimiyle açıklanabileceğini ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, LA ($r=0.56$) değişkeni ile BTP arasında saptanan pozitif yönlü orta şiddetli ilişki, bu iki özelliğin birbirini yapısal olarak desteklediğini göstermektedir. Öte yandan BTP, belirli değişkenlerle anlamlı bir ters yönlü etkileşim içerisindedir; özellikle MA ($r=-0.53$) ve TB ($r=-0.48$) ile gözlemlenen negatif korelasyonlar, bu parametrelerin artışının BTP üzerinde baskılayıcı bir etki yarattığına veya bu özelliklerin farklı morfolojik/teknik kutupları temsil ettiğine işaret etmektedir. Cinsiyet faktörü (Cins-EK) ile BTP arasında saptanan pozitif korelasyon ($r=0.40$), BTP değerlerinin cinsiyete göre farklılaşan bir eğilim taşıdığını kanıtlar niteliktedir. Buna mukabil, Taraf ($r=-0.26$), LB ($r=-0.25$) ve PT ($r=-0.25$) gibi değişkenlerin BTP ile olan zayıf ilişkileri, bu parametrelerin BTP’nin oluşumunda veya tahminlenmesinde birincil belirleyici olmadığını göstermektedir. Sonuç olarak BTP’nin, özellikle AB ve LA ile sinerjik, MA ve TB ile ise antagonistik bir ilişki modeline sahip olduğu söylenebilir.



Şekil 1 BTP açısının belirlenmesinde kullanılan anatomik mesafe ölçümleri (LA, MA, LB, MB, AB, PA, TB, PT, LM) ile cinsiyet ve taraf değişkeni arasındaki istatistiksel ilişkileri ve Pearson korelasyon katsayılarını gösteren özellik korelasyon matrisi ısı haritası.

Gradient Boosting algoritması kullanılarak gerçekleştirilen özellik önem düzeyi analizi, modelin tahminleme başarısında belirli parametrelerin domine edici bir role sahip olduğunu ortaya koymuştur (Şekil 2). Grafikte açıkça görüldüğü üzere, AB değişkeni yaklaşık 0.74'lük önem skoru ile modelin karar verme sürecindeki en kritik belirleyici olmuştur. Bu bulgu, korelasyon analizinde saptanan yüksek r ve R^2 değerleriyle tam bir paralellik göstermekte; AB'nin hedef değişken üzerindeki varyansın çok büyük bir kısmını tek başına açıkladığını doğrulamaktadır. AB'yi takiben, PT (yaklaşık 0.18) ve TB (yaklaşık 0.08) değişkenleri modelin başarısına katkı sağlayan diğer anlamlı özellikler olarak sıralanmıştır. Dikkat çekici bir bulgu olarak; korelasyon matrisinde orta şiddetli ilişkiler sergileyen Cins(EK), MA ve LA gibi değişkenlerin, Gradient Boosting modelinin hiyerarşik karar ağaçları içerisinde çok daha düşük öneme sahip olduğu saptanmıştır. Özellikle Taraf ve Cinsiyet gibi değişkenlerin önem skorlarının sıfıra yakın olması, modelin bu verileri gürültüden arındırarak daha yüksek ayırt ediciliğe sahip olan morfolojik ölçümlere (AB, PT, TB) odaklandığını göstermektedir. Bu durum, modelin karmaşıklığını azaltmak adına düşük etkili özelliklerin elenerek daha rafine ve performanslı tahminleme mimarilerinin kurulabileceğine dair güçlü bir kanıt sunmaktadır.



Şekil 2 BTP açısı tahmininde değişkenlerin karar sürecine katkısını gösteren özellik önem düzeyi (Feature Importance) dağılımı.

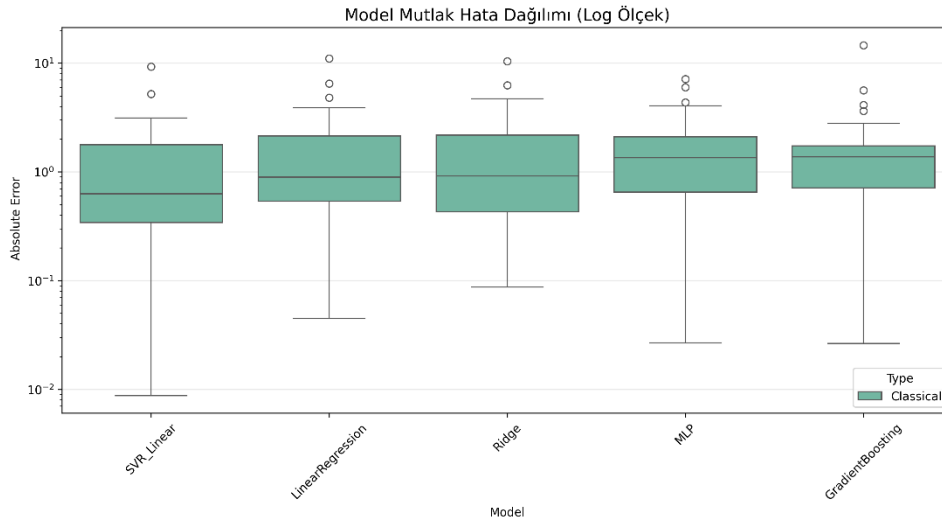
3. BULGULAR ve TARTIŞMA

Çalışmada, diz anatomik ölçümleri üzerinden patella açısını tahmin etmek amacıyla eğitilen beş farklı makine öğrenmesi modelinin performans metrikleri Tablo 2'de sunulmuştur. Modeller; Belirleyicilik Katsayısı (R^2), Kök Ortalama Kare Hata (RMSE) ve Ortalama Mutlak Hata (MAE) kriterlerine göre hem eğitim hem de test setleri üzerinde değerlendirilmiştir. Destek Vektör Regresyonu (SVR), 0,96'lık en yüksek R^2 değeri ve 1,98 ile en düşük RMSE değerini sunarak veri setine en iyi uyum sağlayan model olmuştur. SVR'nin MAE değerinin de 1,23 gibi düşük bir seviyede kalması, modelin tahminlerindeki sapma miktarının diğer algoritmalara göre daha tutarlı ve küçük olduğunu göstermektedir. Çok Katmanlı Algılayıcı (MLP) modeli de SVR ile aynı R^2 (0,96) değerine ulaşmıştır. Ancak RMSE (2,17) ve MAE (1,65) değerlerinin SVR'den biraz daha yüksek olması, MLP'nin bazı verilerde SVR'ye oranla daha büyük hatalar ürettiğine işaret etmektedir. Doğrusal Regresyon (LR) ve Ridge modelleri birbirine çok yakın sonuçlar ($R^2 = 0,94$) sergilemiştir. Bu durum, bağımsız değişkenler ile hedef değişken arasındaki ilişkinin önemli bir kısmının doğrusal (lineer) bir karakterde olduğunu, ancak SVR gibi doğrusal olmayan yaklaşımların bu ilişkiyi daha hassas yakaladığını kanıtlamaktadır. Gradient Boosting (GB) modeli, bu grupta 0,93 R^2 ve 2,73 RMSE değeri ile performans açısından son sırada yer almıştır. Buna rağmen 0,90 üzerindeki R^2 skoru, GB modelinin de oldukça yüksek ve kabul edilebilir bir tahmin başarısına sahip olduğunu göstermektedir.

Tablo 2 Farklı makine öğrenmesi modellerinin (MLP, CatBoost, Ridge, XGBoost, LightGBM) patella açısı tahmin performanslarının; Belirleyicilik Katsayısı (R^2), Kök Ortalama Kare Hata (\$RMSE\$) ve Ortalama Mutlak Hata (\$MAE\$) metrikleri üzerinden eğitim ve test setleri bazında karşılaştırmalı analizi.

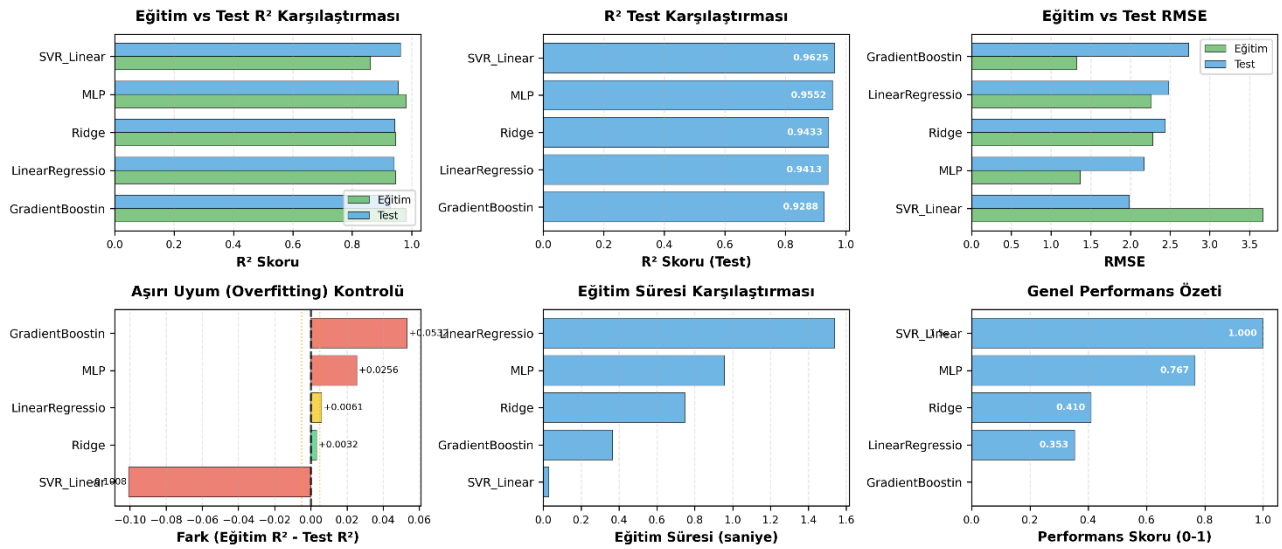
Model	R^2 (Test)	RMSE (Test)	MAE (Test)
SVR	0,96	1,98	1,23
MLP	0,96	2,17	1,65
Ridge	0,94	2,28	1,58
LR	0,94	2,27	1,59
GB	0,93	2,73	1,67

Şekil 3, ele alınan beş farklı klasik makine öğrenmesi modelinin (SVR, LinearRegression, Ridge, MLP ve GradientBoosting) mutlak hata dağılımlarını logaritmik ölçekte sunmaktadır. Grafik incelendiğinde, SVR modelinin medyan hata değeri açısından en düşük performansı (en düşük hata merkezi) sergilediği, ancak hata varyansının geniş olduğu görülmektedir. Öte yandan, GradientBoosting ve MLP modellerinin medyan hata değerleri birbirine yakın seyretmekle birlikte, GradientBoosting modelinin çeyrekler arası açıklığının (IQR) daha dar olması, bu modelin tahminlerinde daha tutarlı bir kararlılık sunduğuna işaret etmektedir. Tüm modellerde logaritmik ölçekte 10^1 seviyesine ulaşan aykırı değerlerin (outliers) varlığı, veri setindeki bazı uç örneklerde tahmin zorluğu yaşandığını göstermektedir. Özellikle Ridge ve Doğrusal Regresyon modellerinin birbirine oldukça benzer hata karakteristikleri sergilemesi, veri setinin doğrusal doğasının bu modeller tarafından benzer şekilde öğrenildiğini kanıtlamaktadır.



Şekil 3 Beş farklı makine öğrenmesi modeline ait mutlak hata (Absolute Error) dağılımlarının logaritmik ölçekteki kutu grafiği (box-plot) analizi. Grafik; medyan hata değerlerini, çeyreklikler arası genişliği (kararlılık) ve modellerin uç hata (outlier) eğilimlerini karşılaştırmalı olarak sunmaktadır.

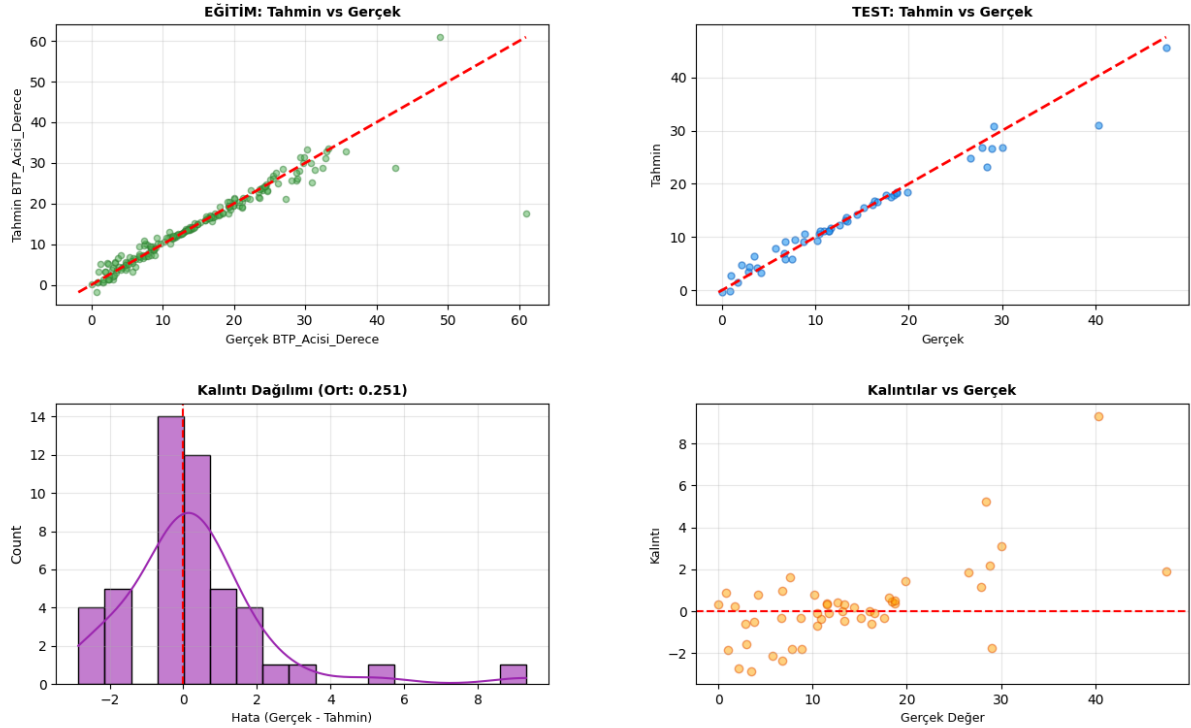
Şekil 4’de, modellerin eğitim ve test aşamalarındaki performans metriklerini, hesaplama maliyetlerini ve aşırı uyum (overfitting) eğilimleri, ayrı grafikler halinde verilmiştir. Analizden elde edilen temel bulgulara göre, tüm modeller $R^2 > 0.92$ seviyesinde oldukça yüksek bir açıklayıcılık oranına sahiptir. SVR, test setinde 0.9625 ile en yüksek R^2 skoruna ulaşarak veri üzerindeki en başarılı genel tahmini yapmıştır. Ancak RMSE grafiği incelendiğinde, SVR modelinin eğitim hatasının test hatasından belirgin şekilde yüksek olması, modelin eğitim verisine tam uyum sağlayamadığını ancak test verisinde şaşırtıcı derecede iyi genelleme yaptığını göstermektedir. Aşırı Uyum Kontrolü grafiği, eğitim ve test R^2 skorları arasındaki farkı ortaya koymaktadır. GradientBoosting ve MLP modelleri pozitif farklar sergileyerek hafif bir overfitting eğilimi gösterirken, SVR modelindeki negatif fark (yaklaşık -0.10), modelin eğitim verisinden ziyade test verisinde daha iyi performans gösterdiğini ortaya koyan atipik bir durumdur. Ridge ve LinearRegression modelleri ise sifıra en yakın fark değerleriyle en kararlı (robust) modeller olarak öne çıkmaktadır. Eğitim süreleri kıyaslandığında, tüm modeller çok kısa sürede sonuca ulaşabilmiştir. Genel Performans Özeti grafiğine göre, doğruluk, hız ve kararlılık kriterleri birleştirildiğinde SVR 1.000 tam puan ile en ideal model olarak konumlanmaktadır. Onu, kabul edilebilir bir overfitting riskiyle yüksek doğruluk sunan MLP (0.767) takip etmektedir.



Şekil 4 BTP açısı tahmininde kullanılan beş farklı makine öğrenmesi modelinin çok kriterli performans analizi. (a) Eğitim ve test setleri R^2 skorları, (b) Test seti R^2 başarı sıralaması, (c) Modellerin hata payı (RMSE) karşılaştırması, (d) Aşırı uyum (overfitting) kontrol analizi, (e) Modellerin eğitim süreleri (saniye) ve (f) Tüm metriklerin ağırlıklı ortalamasından elde edilen genel performans skoru (0-1 ölçeği).

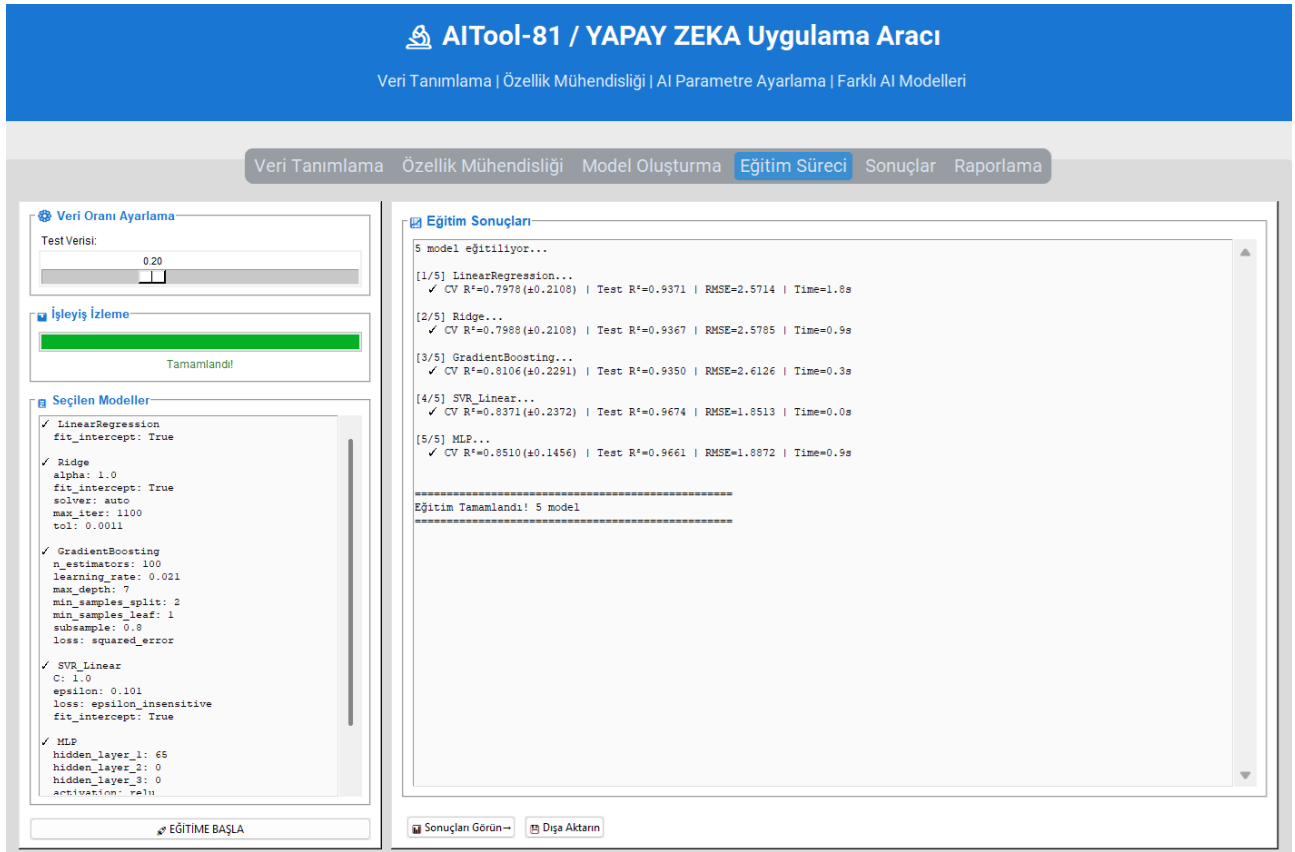
Sonuçlara ait model grafiklerinden SVR’ye ait olanlar Şekil 5’te örnek olarak sunulmuştur. Modelin genel başarısını ve hata karakteristiğini analiz etmek amacıyla; eğitim ve test setleri için "Tahmin vs. Gerçek" değerleri, "Kalıntı (Hata) Dağılımı" ve "Kalıntı vs. Gerçek Değer" grafikleri incelenmiştir. Grafiklerin üst panelinde yer alan Eğitim ve Test sonuçları, modelin öğrenme ve genelleme kapasitesini göstermektedir. Her iki grafikte de veri noktaları kesikli kırmızı çizgi ideal regresyon doğrusu etrafında dar bir bantta toplanmıştır. Bu, modelin hem eğitim hem de test verilerinde yüksek bir açıklayıcılık oranına sahip olduğunu kanıtlamaktadır. Test setindeki performansın eğitim setiyle paralellik göstermesi, modelin aşırı öğrenme (overfitting) yapmadığını ve görmediği verilere karşı başarılı bir şekilde genelleme yapabildiğini ortaya koymaktadır. Sol alt panelde yer alan histogram, modelin hata karakteristiğini sunmaktadır. Hata dağılımının ortalaması 0.251 olarak hesaplanmıştır. Ortalamanın sifıra oldukça yakın olması, modelin sistematik bir hata yapmadığını ve tahminlerin gerçeğe yakın bir denge sergilediğini gösterir. Hataların sıfır etrafında yoğunlaşması ve büyük oranda normal dağılım (çan

eğrisi) sergilemesi, modelin verideki varyansı büyük oranda açıkladığını, kalan hataların ise rastlantısal gürültüden kaynaklandığını düşündürmektedir. Sağ alt paneldeki "Kalıntılar vs. Gerçek" grafiği, hatanın büyüklüğünün hedef değişkenin değerine göre nasıl değiştiğini incelemektedir. Düşük ve orta ölçekli değerlerde (0-20 aralığı) kalıntılar sıfır çizgisi etrafında çok dar bir bantta dağılmış olup model oldukça yüksek hassasiyet sunmaktadır. Gerçek değerler arttıkça (özellikle 30 ve üzeri), hata miktarının (varyansın) arttığı gözlemlenmiştir. Bu durum, modelin çok yüksek değerlerdeki uç örnekleri tahmin etmede nispeten daha zorlandığını (heteroskedastisite eğilimi) ancak genel eğilimi koruduğunu göstermektedir. Modelin eğitim ve test aşamalarındaki tutarlılığı, düşük ortalama hatası ve tahminlerin ideal doğruya yakınlığı; geliştirilen algoritmanın BTP açısı tahmini için güvenilir ve yüksek doğrulukta sonuçlar ürettiğini doğrulamaktadır.



Şekil 5 Patella açısı (BTP) tahmininde en iyi performansı veren SVR modeline ait regresyon ve hata analiz grafikleri. (Sol Üst) Eğitim seti tahmin başarısı, (Sağ Üst) Test seti tahmin başarısı, (Sol Alt) Tahmin hatalarının (kalıntıların) frekans dağılımı ve (Sağ Alt) Gerçek değerlere göre hata dağılımı.

Bu araştırmanın en önemli çıktılarından biri de, karmaşık makine öğrenmesi hesaplamalarının herhangi bir kodlama gereksinimi duyulmadan, Şekil 6'da görülen grafiksel bir kullanıcı arayüzü üzerinden gerçekleştirilmesidir. Bu yaklaşım, tıp doktorları ve fizyoterapistlerin ileri düzey yapay zeka modellerini klinik pratikte hızlı ve etkin bir şekilde kullanabilmelerinin önünü açmaktadır. Verilerin manuel hesaplamalardan dijital tahmin modellerine aktarılması, teşhis süreçlerindeki insani hata payını minimize etme potansiyeline sahiptir.



Şekil 6 Patella açısı tahmininde kullanılan AITool-81 grafiksel kullanıcı arayüzü (GUI)

4. SONUÇ

Bu çalışma, diz biyomekaniğinde kritik bir parametre olan Ligamentum Patellae (BTP) açısının tahmin edilmesinde makine öğrenmesi modellerinin etkinliğini ve klinik uygulanabilirliğini ortaya koymuştur. 120 gönüllüden elde edilen veriler üzerinde gerçekleştirilen analizler sonucunda temel bulgulara ulaşılmıştır. İncelenen beş farklı regresyon modeli arasında Destek Vektör Regresyonu (SVR) ve Çok Katmanlı Algılayıcı (MLP), %96'lık ($R^2 = 0.96$) açıklayıcılık oranıyla en yüksek başarıyı sergilemiştir. Özellikle SVR modeli, en düşük hata payı (RMSE: 1.98) ve yüksek genelleme kapasitesi ile patella pozisyonunun belirlenmesinde en güvenilir algoritma olarak öne çıkmaktadır. Özellik önem düzeyi analizi, BTP açısının belirlenmesinde "AB" (izdüşüm mesafesi) değişkeninin %74'lük bir ağırlıkla en belirleyici faktör olduğunu göstermiştir. Bu durum, karmaşık anatomik ölçümler yerine daha rafine ve odaklanılmış parametrelerle de yüksek doğrulukta tahminler yapılabileceğini kanıtlamaktadır. Çalışma, literatürle uyumlu olarak kadınlarda patellofemoral düzensizlik riskinin erkeklere oranla daha yüksek olduğunu ve BTP açısında sağ-sol diz arasında belirgin bir asimetri bulunduğunu makine öğrenmesi çıktılarıyla doğrulamıştır. Araştırmanın en özgün çıktılarından biri olan grafiksel kullanıcı arayüzü, bu karmaşık algoritmaların herhangi bir kodlama bilgisine ihtiyaç duyulmadan klinik ortamda kullanılabilmesine olanak sağlamıştır. Sonuç olarak, yapay zeka destekli bu yaklaşım, geleneksel Q-açısı yanında patella pozisyonu belirleme potansiyeline sahiptir. Geliştirilen kullanıcı dostu arayüz sayesinde, tıp doktorları ve fizyoterapistler patella dizilim bozukluklarını daha hızlı, objektif ve yüksek doğrulukla teşhis edebilirler. Gelecekteki çalışmalarda, veri setinin patolojik vakalarla genişletilmesi ve modellerin farklı diz fleksiyon açılarındaki performansının test edilmesi, yöntemin klinik standart haline gelmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKÇA

1. Smith TO, Davies L, Donell ST. The reliability and validity of assessing medio-lateral patellar position: a systematic review. *Man Ther.* 2009;14(4):355-362.
2. Grelsamer RP. Patellar malalignment. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82(11):1639-1650.
3. McConnell J. The management of chondromalacia patellae: a long term solution. *Aust J Physiother.* 1986;32(4):215-223.
4. Byl T, Cole J, Livingston L. What determines the magnitude of the Q-angle? A preliminary study of selected skeletal and muscular measures. *J Sport Rehabil.* 2000;9(1):26-34.
5. Herrington L. The inter-tester reliability of a clinical measurement used to determine the medial lateral orientation of the patella. *Man Ther.* 2002;7(3):163-167.
6. Otağ İ, Otağ A, Akkoyun S, Çimen M. A way in determination of patellar position: Ligamentum patellae angle and a neural network application. *Biocybernet Biomed Eng.* 2014;34(3):184-188.
7. Ferber R, Davis IM, Williams DS 3rd. Gender differences in lower extremity mechanics during running. *Clin Biomech.* 2003;18(4):350-357.
8. Schöllhorn WI. Applications of artificial neural nets in clinical biomechanics. *Clin Biomech.* 2004;19(9):876-898.
9. Michalski R, Wit A, Gajewski J. Use of artificial neural networks for assessing parameters of gait symmetry. *Acta Bioeng Biomech.* 2011;13(4):65-70.
10. Kutilek P, Farkasova B. Prediction of lower extremities' movement by angle-angle diagrams and neural networks. *Acta Bioeng Biomech.* 2011;13(2):57-65.
11. Hornik K, Stinchcombe M, White H. Multilayer feedforward networks are universal approximators. *Neural Netw.* 1989;2(5):359-366.
12. Drucker H, Burges CJC, Kaufman L, Smola AJ, Vapnik VN. Support vector regression machines. *Adv Neural Inf Process Syst.* 1997;9:155-161.
13. Hoerl AE, Kennard RW. Ridge regression: biased estimation for nonorthogonal problems. *Technometrics.* 1970;12(1):55-67.
14. Montgomery DC, Peck EA, Vining GG. Introduction to Linear Regression Analysis. 5th ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons; 2012.
15. Friedman JH. Greedy function approximation: A gradient boosting machine. *Ann Stat.* 2001;29(5):1189-1232.

Presentation ID / Sunum No= 217

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-0948-1675

Oksidatif Stres ve Ateroskleroz ile İlişkili Temel Oksisterollerin LC–MS/MS ile Eşzamanlı Kantitatif Analizi

16

Ph.D. Erhan Canbay¹

¹Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Tıp Fakültesi, Ege Üniversitesi, İzmir-Türkiye

Özet

Amaç: Oksisteroller, kolesterolün oksidatif metabolizması sonucu oluşan biyolojik olarak aktif sterol türevleri olup oksidatif stres, inflamasyon ve ateroskleroz gelişiminde önemli rol oynayan moleküller olarak kabul edilmektedir. Bu bileşikler hücresel sinyal iletiminde görev almakta, makrofaj aktivasyonu, lipid peroksidasyonu ve aterosklerotik plak oluşumu gibi süreçleri etkileyebilmektedir. Bu nedenle oksisterollerin güvenilir ve duyarlı yöntemlerle ölçülmesi, kardiyovasküler hastalıkların patofizyolojisinin anlaşılması ve potansiyel biyobelirteçlerin ortaya konulması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, oksidatif stres ve ateroskleroz ile ilişkili başlıca oksisterollerin plazmada eşzamanlı olarak belirlenmesini sağlayan hızlı, hassas ve güvenilir bir LC–MS/MS yönteminin geliştirilmesi ve analitik performansının değerlendirilmesidir. **Yöntem:** Plazma oksisterol düzeyleri, dimetilaminobenzoil (DMAB) türevlendirmesine dayalı bir LC–MS/MS yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Plazma örneklerine internal standart olarak C-triol-D7 ve 7-KC-D7 eklendikten sonra protein çöktürme ve etil asetat ile sıvı-sıvı ekstraksiyonu uygulanmıştır. Ekstraktlar azot gazı altında kurutulmuş ve DMAB türevlendirme reaksiyonuna tabi tutulmuştur. Analizler Xevo TQD tandem kütle spektrometresi ve Acquity UPLC sistemi kullanılarak BEH C18 kolonunda gerçekleştirilmiştir. Elektrospray iyonizasyon (ESI) pozitif modda optimize edilmiş ve analitler çoklu reaksiyon izleme (MRM) modu ile tespit edilmiştir. Yöntemin doğrusal aralığı, kesinliği ve geri kazanımı validasyon çalışmaları ile değerlendirilmiştir. **Bulgular:** Geliştirilen yöntem tüm analitler için 5–200 ng/mL aralığında yüksek doğrusalık göstermiştir ($R^2=0,989-0,999$). Gün içi kesinlik %5,3–12,6, günler arası kesinlik %7,1–14,7 aralığında bulunmuştur. Geri kazanım değerleri %92–112 arasında değişmiş ve kabul edilebilir sınırlar içinde yer almıştır. Yöntem ile C-Triol, 7-ketokolesterol, 7 β -hidroksikolesterol, 27-hidroksikolesterol ve 5,6-epoksikolesterol plazmada hızlı ve güvenilir şekilde eşzamanlı olarak belirlenebilmiştir. **Sonuç:** DMAB türevlendirmesine dayalı olarak geliştirilen bu LC–MS/MS yöntemi, oksisterollerin yüksek duyarlılık ve özgüllükle eşzamanlı analizine olanak sağlamaktadır. Yöntem, oksidatif stres ve ateroskleroz ile ilişkili biyokimyasal süreçlerin araştırılmasında ve bu metabolitlerin potansiyel biyobelirteç olarak değerlendirilmesinde kullanılabilecek güçlü bir analitik yaklaşım sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Oksisteroller, LC-MS/MS, Ateroskleroz, Oksidatif Stres, Dmab Türevlendirme

1. Giriş

Kolesterol, hücre zarlarının temel yapısal bileşenlerinden biri olmasının yanı sıra safra asitleri, steroid hormonlar, D vitamini ve oksisterollerin biyosentezinde de merkezi rol oynayan vazgeçilmez bir

steroldür ¹⁻³. Kolesterol molekülü yapısal özellikleri nedeniyle oksidasyona yatkındır ve enzimatik ya da non-enzimatik süreçler sonucunda çeşitli oksijen içeren türevlerine, yani oksisterollere dönüşebilmektedir. Bu dönüşüm; serbest radikal aracılı oto-oksidasyon, lipid peroksidasyonu veya sitokrom P450 ailesine ait kolesterol hidroksilazlarının katalizlediği enzimatik reaksiyonlar yoluyla gerçekleşir ¹⁻⁵. Ortaya çıkan oksisteroller alkol, keton, epoksit veya karboksil grubu içeren sterol oksidasyon ürünleri olup fizyolojik koşullarda insan vücudunda belirli bir denge içinde bulunmaktadır ^{4,5}. Ancak bu dengenin bozulması, oksidatif stresin arttığı ve kolesterol metabolizmasının etkilendiği birçok hastalıkta dikkat çekmektedir. Özellikle oksisterollerin aterosklerotik lezyonlarda bulunması, damar duvarında apoptoz, nekroz, inflamasyon ve köpük hücre oluşumu gibi süreçlere katkıda bulunmaları, bu bileşiklerin yalnızca kolesterol oksidasyon ürünleri değil, aynı zamanda biyolojik olarak aktif ve klinik açıdan anlamlı mediyatörler olduğunu göstermiştir ^{4,6-9}. Bu nedenle oksisteroller son yıllarda ateroskleroza nörödejeneratif hastalıklara kadar uzanan geniş bir hastalık spektrumunda hem patofizyolojik mekanizmaların anlaşılması hem de biyobelirteç geliştirilmesi açısından yoğun ilgi görmektedir ¹⁰.

Bu çalışmada analiz edilen 7-ketokolesterol (7-KC), 7 β -hidroksikolesterol (7 β -OHC), 27-hidroksikolesterol (27-OHC), 5,6-epoksikolesterol ve kolestane-3 β ,5 α ,6 β -triol (C-triol), oksisterol biyolojisi içinde özellikle dikkat çeken başlıca bileşiklerdir. 7-KC ve 7 β -OHC, kolesterolün oto-oksidasyonu sonucunda oluşan başlıca ürünler arasında yer almakta ve lipid peroksidasyonunun dolaşımdaki önemli göstergeleri olarak kabul edilmektedir ⁴. Özellikle 7 β -OHC düzeylerindeki artışın koroner aterosklerotik plak gelişimi, karotis duvar kalınlaşması ve çeşitli kardiyovasküler hastalık riskleri ile ilişkili olduğu bildirilmiştir ¹¹⁻¹⁴. 7-KC ise aterosklerotik lezyonlarda saptanan temel oksisterollerden biri olup vasküler hasar ve oksidatif stres ile ilişkilendirilmiştir ^{15,16}. 5,6-epoksikolesterol ve onun hidroliz ürünü olan C-triol de aterosklerotik plaklarda ve bazı kolesterol taşınma bozukluklarında öne çıkan oksisterollerdir; özellikle C-triol ve 7-KC'nin Niemann-Pick tip C hastalığında güçlü biyobelirteç potansiyeli taşıdığı gösterilmiştir ^{17,18}. Buna karşılık 27-OHC, CYP27A1 aracılı enzimatik yolla oluşan, dolaşımda bol bulunan bir yan-zincir oksisteroldür; ancak yalnızca fizyolojik kolesterol dönüşümünün bir ürünü olmayıp, proinflamatuvar etkileriyle ateroskleroza destekleyebildiği ve östrojen aracılı ateroprotektif mekanizmaları baskılayabildiği de gösterilmiştir ^{14,19}. Ayrıca 27-OHC'nin nörödejeneratif süreçlerde, özellikle Alzheimer ve Parkinson hastalıklarında, kan-beyin bariyeri, amiloid oluşumu, tau fosforilasyonu ve nöronal hasarla ilişkili olduğu bildirilmiştir ¹⁹⁻²¹. Bu yönleriyle çalışmada seçilen oksisteroller, hem oksidatif stres ve ateroskleroza değerlendirilmesi hem de daha geniş patofizyolojik süreçlerin izlenmesi açısından yüksek biyolojik ve klinik öneme sahiptir.

Gelişen analitik teknolojilerle birlikte, oksisterollerin doğru ve hassas ölçümü mümkün hale gelmiştir. Özellikle sıvı kromatografisi-tandem kütle spektrometrisi (LC-MS/MS), oksisterol gibi düşük konsantrasyonda bulunan ve yapısal olarak benzer bileşiklerin kantitatif analizinde altın standart yöntem olarak kabul edilmektedir ^{10,17}. Ancak bu analitlerin kantifikasyonu için örnek hazırlama süreci, izomerik ayırma gerekliliği ve matris etkileri gibi zorluklar, analiz yöntemlerinin dikkatle optimize edilmesini zorunlu kılmaktadır. Oksisterollerin LC-MS/MS ile hassas tayini, analitlerin düşük iyonlaşma verimliliği nedeniyle zorluklar içermektedir. Bu sorunu aşmak için türevlendirme stratejileri geliştirilmiş; özellikle Girard P ve T reaktifleri ²², pikolinil esterleri ve N,N-dimetilglisin (DMG) ^{23,24} esterleri gibi yöntemler sıklıkla kullanılmıştır. Bu türevlendirme yaklaşımları, iyonizasyon verimliliğini artırsa da, özellikle yüksek sıcaklık ve uzun inkübasyon süreleri gibi adımlar kolesterol otooksidasyonunu tetikleyerek yalancı pozitif sonuçlara neden olabilmektedir. Boenzi ve arkadaşları, bu sorunları minimize etmek amacıyla dimetilaminobutirat (DMAB) ester türevlendirmesini geliştirerek C-triol ve 7-ketokolesterol (7-KC) düzeylerinin hızlı ve güvenilir analizini gerçekleştirmiştir ¹⁷. Bizim çalışmamızda ise DMAB türevlendirme yöntemi daha da ileri taşınmış, yöntemin kapsamı genişletilerek toplam dört oksisterolün (C-triol, 7-KC, 27-OHC, 5,6-epoksikolesterol) eş zamanlı ve yüksek duyarlılıkla analizine olanak sağlayan özgün bir LC-MS/MS yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntem, hem örnek hazırlama sürecinin basitliği hem de otooksidasyon riskinin düşüklüğü sayesinde, klinik ve araştırma ortamlarında uygulanabilirliği yüksek bir alternatif sunmaktadır.

Bu bilgiler ışığında, oksisterollerin hem oksidatif stresin biyokimyasal göstergeleri hem de ateroskleroz başta olmak üzere çeşitli hastalıkların patogenezinde rol oynayan potansiyel biyobelirteçler

olduğu anlaşılmaktadır. Ancak plazmada çok düşük konsantrasyonlarda bulunmaları ve yapısal olarak birbirlerine oldukça benzemeleri, bu bileşiklerin güvenilir ve eşzamanlı olarak ölçülmesini analitik açıdan zorlaştırmaktadır. Bu nedenle yüksek duyarlılık ve özgüllük sağlayan analitik yöntemlerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Sıvı kromatografisi–tandem kütle spektrometrisi (LC–MS/MS), yüksek seçicilik ve duyarlılık sağlaması nedeniyle oksisterollerin kantitatif analizinde en güçlü yaklaşımlardan biri olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmada, oksidatif stres ve ateroskleroz ile ilişkili başlıca oksisteroller olan 5,6-epoksikolesterol, kolestane-3 β ,5 α ,6 β -triol (C-triol), 7-ketokolesterol (7-KC), 7 β -hidroksikolesterol (7 β -OHC) ve 27-hidroksikolesterolün plazmada eşzamanlı olarak belirlenmesini sağlayan DMAB türevlendirmeye dayalı bir LC–MS/MS yönteminin geliştirilmesi ve analitik performansının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen yöntemin, oksisterol profillerinin daha kapsamlı ve güvenilir biçimde ortaya konulmasına katkı sağlayarak oksidatif stres ve ateroskleroz ile ilişkili biyokimyasal süreçlerin araştırılmasında kullanılabilecek güçlü bir analitik araç sunması hedeflenmiştir.

2. Materyal metot

2.1. Kimyasallar

Kolestane-3 β ,5 α ,6 β -triol, 5 α ,6 α -Epoksikolesterol, Kolestane-3 β ,5 α ,6 β -triol-d7, 27-hidroksikolesterol, 7-Ketokolesterol ve 7-Ketokolesterol-d7 (Avanti Polar Lipids, ABD) temin edildi. DMAB türevlendirmesi için gerekli 1,1'-karbonildiimidazol ve 4-(dimetilamino)butirik asit ile diğer tüm kimyasallar (LC-MS saflığında çözücüler dahil) Sigma-Aldrich (ABD) firmasından sağlandı.

2.2. UPLC ve MS/MS şartları

Kalibratörler ve örnek ekstraktları, XEVO TQD kütle spektrometresi ve Acquity UPLC I-Class sıvı kromatografi sistemi (Milford, Massachusetts, ABD) kullanılarak analiz edilmiştir. Kromatografik ayırım, Acquity UPLC BEH C18 kolonunda (2.1 $\times$ 50 mm, 1.7 μ m; Waters) gerçekleştirilmiştir. Otomatik örnekleyici sıcaklığı 10°C olarak ayarlanmış, akış hızı 0.4 mL/dk ve enjeksiyon hacmi 5 μ L olarak belirlenmiştir. Mobil faz A, 5 mM amonyum format (pH 3) içeren sudan; mobil faz B ise %95 asetonitril, %5 su ve pH'sı 3'e ayarlanmış formik asit içeren karışımdan oluşmuştur. Metabolitlerin kromatografik ayırımı gradyan elüsyon ile sağlanmıştır: 0–1.5 dakika %40–100 B; 1.5–3.5 dakika %100 B; 3.5–3.6 dakika %100–40 B; 3.6–5 dakika %40 B. Toplam analiz süresi 5 dakika olarak gerçekleştirilmiştir. DMAB ile türevlendirilmiş analitlere ait MRM geçişleri, optimize edilmiş cone voltajları ve çarpışma enerjileri Tablo 1'de verilmiştir. Elektrospray iyonizasyonu (ESI), pozitif modda gerçekleştirilmiş olup kapiler voltajı 3.8 kV, desolvasyon gaz akış hızı 600 L/saat, desolvasyon gaz sıcaklığı 300°C ve cone gaz akış hızı 40 L/saat olarak optimize edilmiştir.

Tablo 1. DMAB türevli oksisterollerin MRM, cone voltajı ve collision enerjisi değerleri

DMAB türevli	MRM	Cone voltajı	Collision enerjisi
C-Triol	534.3>132.1	50	30
C-Triol-D7	541.3>132.1	50	30
7-KC	514.3>132.1	40	30
7-KC-D7	521.3>132.1	40	30
7-B OHC	516.3>132.1	48	22
27-OHC	516.3>132.1	48	22
5 α .6 α - Epoxcholesterol	516.3>132.1	56	30

2.3. Örnek hazırlama

Boenzi ve arkadaşlarının C-triol ve 7-KC ölçümü için geliştirdikleri türevlendirmeye dayalı yöntem kullanılmıştır ¹⁷. Oksisterol standartları metanol içerisinde 1 mg/mL konsantrasyonda hazırlanmış ve -80 °C'de saklanmıştır. Çalışma sırasında yapılan seyreltmeler ise asetonitril kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Türevlendirme çözeltisinin hazırlanması (DMAB-I):Türevlendirme çözeltisini hazırlamak için 16,7 mg dimetilaminobütirik asit ve 16,5 mg karbonil diimidazol hidroklorür, cam bir vial içerisinde 1,0 mL diklorometan içinde çözülmüş ve karışım 60 dakika boyunca nazikçe karıştırılmıştır. Elde edilen çözelti 3 saat sonra kullanıma hazır hâle gelmekte olup higroskopik yapısı nedeniyle bir desikatörde en fazla bir hafta süreyle saklanabilmektedir.

Örnek hazırlama prosedürü:Heparinli tüplere alınan kan örnekleri plazma elde etmek amacıyla 3000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Elde edilen plazma analiz zamanına kadar -80 °C'de saklanmıştır. Bu çalışmada C-Triol, 7 β -OHC, 5 α ,6 α -epoksikolesterol ve 27-OHC ölçümü için internal standart olarak kolestane-3 β ,5 α ,6 β -triol-d7 (C-Triol-D7) kullanılmış; 7-ketokolesterol ölçümü için ise 7-ketokolesterol-d7 (7-KC-d7) internal standart olarak tercih edilmiştir. Kalibratörler 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 ve 200 ng/mL konsantrasyonlarında olacak şekilde asetonitril ile seyreltilerek hazırlanmıştır.

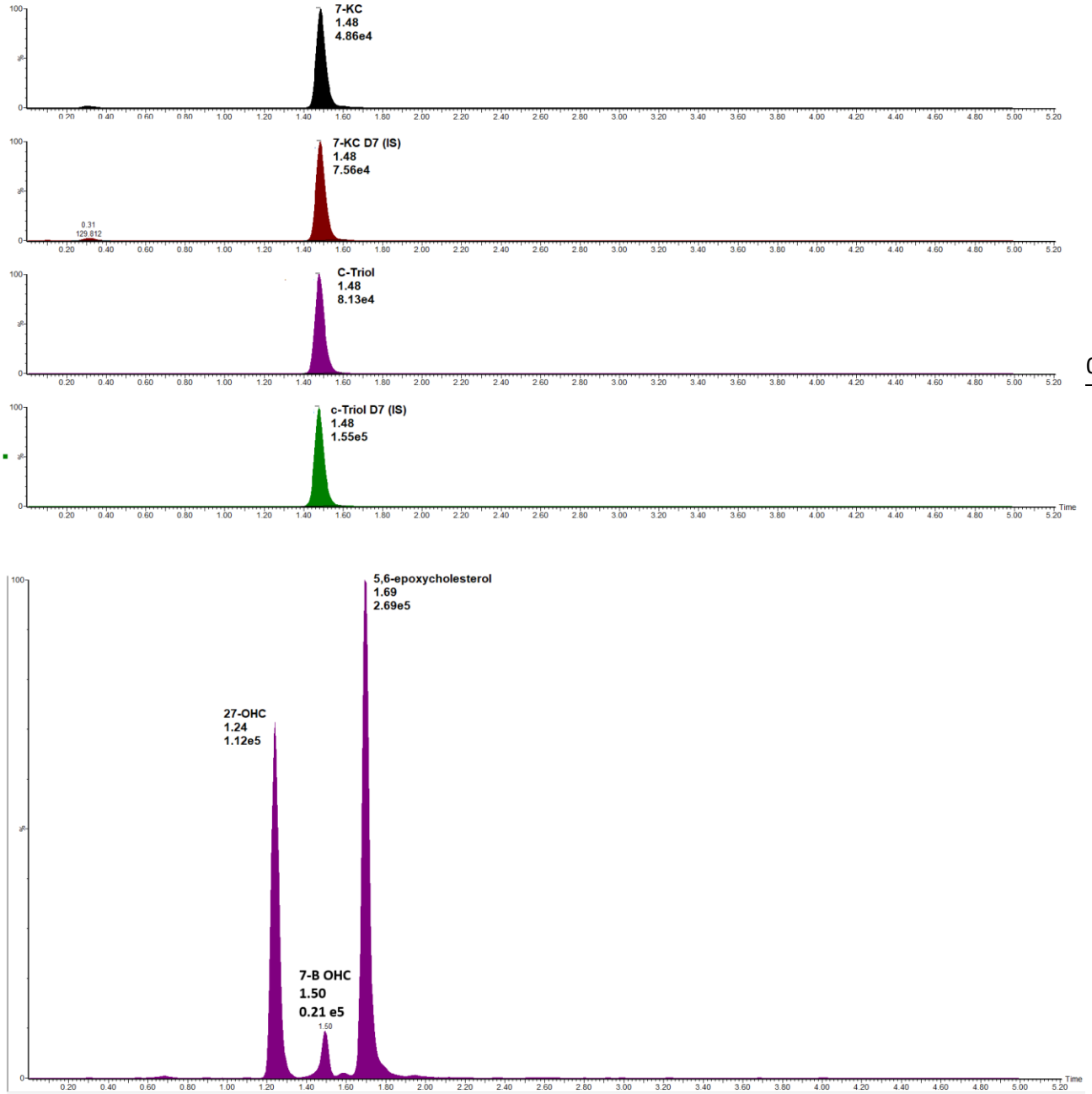
Metanol içinde 100 ng/mL konsantrasyonda hazırlanmış C-Triol-D7 ve 7-KC-D7 karışımından 250 μ L, 50 μ L plazma içeren Eppendorf tüplerine eklenmiştir. Bu aşamada protein çöktürme işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra karışıma 500 μ L etil asetat eklenmiş, 2 dakika vortekslendikten sonra 14.000 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Üst faz temiz bir cam vial içerisine aktarılmış ve azot gazı altında kurutulmuştur. Kurutulan örneğe 200 μ L kloroform ve 20 μ L türevlendirme çözeltisi eklenmiştir. Vial kapatılarak 65 °C'de 15 dakika inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrasında örnek tekrar azot gazı altında buharlaştırılmıştır. Son olarak kurutulan örneğe 200 μ L asetonitril eklenmiş ve örnekler LC-MS/MS viallerine aktarılmıştır.

3. Bulgular

3.1. Kromatografik Ayrım ve Seçicilik

Geliştirilen LC-MS/MS yöntemi ile DMAB türevlendirilmiş oksisterollerin kromatografik ayrımı başarılı bir şekilde sağlanmıştır. Analitlerin tamamı kısa analiz süresi içerisinde iyi tanımlanmış ve simetrik pikler vermiştir. 27-OHC yaklaşık 1,24 dakikada, 7 β -OHC yaklaşık 1,50 dakikada ve 5,6-epoksikolesterol yaklaşık 1,69 dakikada elüe olurken; 7-KC ve C-triol yaklaşık 1,48 dakikada gözlenmiştir. Internal standartlar olan 7-KC-D7 ve C-triol-D7 de benzer alıkonma zamanlarında stabil ve güçlü sinyal yanıtı göstermiştir.

Dikkat çekici olarak 7 β -OHC, 27-OHC ve 5,6-epoksikolesterol aynı MRM geçişine (m/z 516.3 $\rightarrow$ 132.1) sahip olmalarına rağmen kromatografik olarak farklı alıkonma zamanlarında elüe olmuş ve bu sayede analitler arasında herhangi bir girişim gözlenmemiştir. Bu durum, geliştirilen yöntemin yüksek kromatografik seçicilik sağladığını ve söz konusu oksisterollerin eşzamanlı ve güvenilir şekilde analiz edilebildiğini göstermektedir (Şekil 1).



Şekil 1. DMAB ile türevlendirilmiş oksisterollerin ve internal standartlarının LC–MS/MS kromatogramları. 7-ketokolesterol (7-KC), C-triol, 5,6-epoksikolesterol, 7 β -hidroksikolesterol (7 β -OHC) ve 27-hidroksikolesterol (27-OHC) ile internal standartlar 7-KC-D7 ve C-triol-D7’nin MRM kromatogramları gösterilmektedir. Analitler BEH C18 kolonu kullanılarak gerçekleştirilen gradyan elüsyon koşullarında kısa analiz süresi içerisinde iyi pik şekli ve yeterli kromatografik ayırım ile elde edilmiştir.

3.2. Validasyon çalışmaları

Geliştirilen LC–MS/MS yönteminin analitik performansı doğrusalık, kesinlik ve geri kazanım parametreleri açısından değerlendirilmiştir. Elde edilen validasyon sonuçları Tablo X’te gösterilmektedir. Tüm analitler için kalibrasyon eğrileri 5–200 ng/mL konsantrasyon aralığında doğrusal bulunmuş ve determinasyon katsayılarının (R^2) 0,989–0,999 aralığında olduğu görülmüştür.

Yöntemin kesinliği düşük (10 ng/mL) ve yüksek (200 ng/mL) konsantrasyon seviyelerinde değerlendirilmiştir. Gün içi kesinlik değerleri %5,3 ile %12,58 arasında değişirken, günler arası kesinlik

değerlerinin %7,12 ile %14,66 aralığında olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlar yöntemin tekrarlanabilir ve güvenilir olduğunu göstermektedir.

Analitlerin geri kazanım oranları %92 ile %112 arasında değişmiş olup tüm analitler için kabul edilebilir sınırlar içerisinde bulunmuştur. Özellikle 5,6-epoksikolesterol, 27-OHC ve C-triol için geri kazanım değerlerinin %100 civarında olduğu gözlenmiştir.

Elde edilen doğrusalık, kesinlik ve geri kazanım sonuçları, geliştirilen LC-MS/MS yönteminin 5,6-epoksikolesterol, 27-OHC, 25-OHC, 7β-OHC, C-triol ve 7-ketokolesterolün plazmada eşzamanlı ve güvenilir şekilde kantitatif olarak belirlenmesi için uygun analitik performansa sahip olduğunu göstermektedir (Tablo 2).

Tablo 2. İlgili oksisteroller için yöntem validasyon sonuçları

Analit	Düzy	Gün	kesinlik	İç	Günler	arası	Geri	Doğrusal aralık ve
		(n=10)	(CV%)	kesinlik	(n=5)	(CV%)	kazanım (%)	kalibrasyon denklemi
5,6-epoksikol	Düşük (10 ng/mL)	10,55		13,87		106		5–200 ng/mL
	Yüksek (200 ng/mL)	7,22		12,34		102		$y = 0,0021x + 0,0032$ $R^2 = 0,9988$
27-OHC	Düşük (10 ng/mL)	8,71		11,54		105		5–200 ng/mL
	Yüksek (200 ng/mL)	5,3		8,76		101		$y = 0,0079x - 0,0977$ $R^2 = 0,9977$
25-OHC	Düşük (10 ng/mL)	12,58		14,41		112		5–200 ng/mL
	Yüksek (200 ng/mL)	9,55		10,04		105		$y = 0,007x - 0,0082$ $R^2 = 0,989$
7β-OHC	Düşük (10 ng/mL)	9,95		13,079		98		5–200 ng/mL
	Yüksek (200 ng/mL)	6,52		14,66		92		$y = 0,0016x - 0,0097$ $R^2 = 0,9899$
C-Triol	Düşük (10 ng/mL)	9,7		10,56		106		5–200 ng/mL
	Yüksek (200 ng/mL)	6,2		7,89		98		$y = 0,0125x - 0,1238$ $R^2 = 0,9957$
7-KC	Düşük (10 ng/mL)	9,8		10,21		95		5–200 ng/mL
	Yüksek (200 ng/mL)	6,1		7,12		98		$y = 0,0226x - 0,1422$ $R^2 = 0,9978$

4. Sonuç

Bu çalışmada, plazmada bulunan başlıca oksisterollerin eşzamanlı olarak belirlenmesine olanak sağlayan DMAB türevlendirmeye dayalı bir LC–MS/MS yöntemi başarıyla geliştirilmiş ve analitik performansı doğrulanmıştır. Geliştirilen yöntem, kısa analiz süresi, yüksek doğrusalık, kabul edilebilir kesinlik ve geri kazanım değerleri ile oksisterollerin güvenilir şekilde kantitatif analizine olanak sağlamıştır. Özellikle aynı MRM geçişine sahip olan bazı oksisterollerin kromatografik ayırım ile başarıyla ayrılması, yöntemin seçiciliğini ortaya koymuştur.

Bu çalışmada kullanılan analitik yaklaşım, Boenzi ve arkadaşları tarafından geliştirilen ve C-triol ile 7-ketokolesterolün ölçümüne odaklanan türevlendirmeye dayalı yöntem temel alınarak geliştirilmiştir. Ancak mevcut çalışma, söz konusu yöntemi genişleterek yalnızca iki oksisterol yerine 5,6-epoksikolesterol, C-triol, 7-ketokolesterol, 7β-hidroksikolesterol ve 27-hidroksikolesterol olmak üzere toplam beş oksisterolün eşzamanlı analizini mümkün kılmıştır. Böylece oksisterol profilinin daha kapsamlı şekilde değerlendirilmesine olanak sağlanmıştır.

Ayrıca Boenzi ve arkadaşlarının yönteminden farklı olarak, bu çalışmada örnek hazırlama aşamasına protein çöktürme basamağı eklenmiştir. Bu yaklaşımın, plazma matriksindeki proteinlerin uzaklaştırılmasıyla analitik sinyalin stabilitesine ve yöntem performansına katkı sağladığı düşünülmektedir. Bu yönleriyle geliştirilen yöntem, literatürde tanımlanan yöntemlere kıyasla daha geniş analit kapsamı sunmakta ve plazma oksisterollerinin eşzamanlı analizinde pratik ve güvenilir bir yaklaşım ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, geliştirilen LC–MS/MS yöntemi oksidatif stres ve ateroskleroz ile ilişkili oksisterollerin analizinde kullanılabilecek güçlü bir analitik araç sunmakta olup, oksisterol temelli biyobelirteç araştırmalarına ve klinik çalışmalara katkı sağlayabilecek potansiyele sahiptir.

Kaynaklar

1. Li T, Chiang JYL. Regulation of bile acid and cholesterol metabolism by PPARs. *PPAR Res.* 2009;2009:501739. doi:10.1155/2009/501739
2. Payne AH, Hales DB. Overview of steroidogenic enzymes in the pathway from cholesterol to active steroid hormones. *Endocr Rev.* 2004;25(6):947-970. doi:10.1210/er.2003-0030
3. DeLuca HF. Overview of general physiologic features and functions of vitamin D. *Am J Clin Nutr.* 2004;80(6 Suppl):1689S-96S. doi:10.1093/ajcn/80.6.1689S
4. Brown AJ, Jessup W. Oxysterols and atherosclerosis. *Atherosclerosis.* 1999;142(1):1-28. doi:10.1016/S0021-9150(98)00196-8
5. Russell DW. Oxysterol biosynthetic enzymes. *Biochim Biophys Acta.* 2000;1529(1-3):126-135. doi:10.1016/S1388-1981(00)00142-6
6. Zmysłowski A, Szterk A. Current knowledge on the mechanism of atherosclerosis and pro-atherosclerotic properties of oxysterols. *Lipids Health Dis.* 2017;16(1):188. doi:10.1186/s12944-017-0579-2
7. Lizard G, Deckert V, Dubrez L, Moisan M, Gambert P, Lagrost L. Induction of apoptosis in endothelial cells treated with cholesterol oxides. *Am J Pathol.* 1996;148(5):1625-1638.
8. Yuan XM, Li W, Brunk UT, Dalen H, Chang YH, Sevanian A. Lysosomal destabilization during macrophage damage induced by cholesterol oxidation products. *Free Radic Biol Med.* 2000;28(2):208-218. doi:10.1016/S0891-5849(99)00220-8
9. Ares MP, Pörn-Ares MI, Moses S, et al. 7β-hydroxycholesterol induces Ca²⁺ oscillations, MAP kinase activation and apoptosis in human aortic smooth muscle cells. *Atherosclerosis.* 2000;153(1):23-35. doi:10.1016/S0021-9150(00)00380-4
10. Dias IHK, Wilson SR, Roberg-Larsen H. Chromatography of oxysterols. *Biochimie.* 2018;153:3-12. doi:10.1016/j.biochi.2018.05.004

11. Salonen JT, Nyyssönen K, Salonen R, et al. Lipoprotein oxidation and progression of carotid atherosclerosis. *Circulation*. 1997;95(4):840-845. doi:10.1161/01.cir.95.4.840
12. Ziedén B, Kaminskas A, Kristenson M, et al. Increased plasma 7 β -hydroxycholesterol concentrations in a population with a high risk for cardiovascular disease. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*. 1999;19(4):967-971. doi:10.1161/01.ATV.19.4.967
13. Yasunobu Y, Hayashi K, Shingu T, Yamagata T, Kajiyama G, Kambe M. Coronary atherosclerosis and oxidative stress as reflected by autoantibodies against oxidized low-density lipoprotein and oxysterols. *Atherosclerosis*. 2001;155(2):445-453. doi:10.1016/s0021-9150(00)00581-5
14. Khatib S, Vaya J. Oxysterols and symptomatic versus asymptomatic human atherosclerotic plaque. *Biochem Biophys Res Commun*. 2014;446(3):709-713. doi:10.1016/j.bbrc.2013.12.116
15. Griffiths WJ, Abdel-Khalik J, Crick PJ, Yutuc E, Wang Y. New methods for analysis of oxysterols and related compounds by LC-MS. *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2016;162:4-26. doi:10.1016/j.jsbmb.2015.11.017
16. Rimner A, Al Makdessi S, Sweidan H, et al. Relevance and mechanism of oxysterol stereospecificity in coronary artery disease. *Free Radic Biol Med*. 2005;38(4):535-544. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2004.11.016
17. Boenzi S, Deodato F, Taurisano R, et al. A new simple and rapid LC-ESI-MS/MS method for quantification of plasma oxysterols as dimethylaminobutyrate esters. Its successful use for the diagnosis of Niemann-Pick type C disease. *Clin Chim Acta*. 2014;437:93-100. doi:10.1016/j.cca.2014.07.010
18. Cicolari S, Pavanello C, Olmastroni E, et al. Interactions of Oxysterols with Atherosclerosis Biomarkers in Subjects with Moderate Hypercholesterolemia and Effects of a Nutraceutical Combination (Bifidobacterium longum BB536, Red Yeast Rice Extract) (Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study). *Nutrients*. 2021;13(2):427. doi:10.3390/nu13020427
19. Zmysłowski A, Szterk A. Oxysterols as a biomarker in diseases. *Clin Chim Acta*. 2019;491:103-113. doi:10.1016/j.cca.2019.01.022
20. Doria M, Maugest L, Moreau T, Lizard G, Vejux A. Contribution of cholesterol and oxysterols to the pathophysiology of Parkinson's disease. *Free Radic Biol Med*. 2016;101:393-400. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2016.10.008
21. Brooks SW, Dykes AC, Schreurs BG. A High-Cholesterol Diet Increases 27-Hydroxycholesterol and Modifies Estrogen Receptor Expression and Neurodegeneration in Rabbit Hippocampus. *J Alzheimers Dis JAD*. 2017;56(1):185-196. doi:10.3233/JAD-160725
22. Griffiths WJ, Abdel-Khalik J, Crick PJ, Yutuc E, Wang Y. New methods for analysis of oxysterols and related compounds by LC-MS. *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2016;162:4-26. doi:10.1016/j.jsbmb.2015.11.017
23. Jiang X, Sidhu R, Porter FD, et al. A sensitive and specific LC-MS/MS method for rapid diagnosis of Niemann-Pick C1 disease from human plasma. *J Lipid Res*. 2011;52(7):1435-1445. doi:10.1194/jlr.D015735
24. Romanello M, Zampieri S, Bortolotti N, et al. Comprehensive Evaluation of Plasma 7-Ketocholesterol and Cholestan-3 β ,5 α ,6 β -Triol in an Italian Cohort of Patients Affected by Niemann-Pick Disease due to *NPC1* and *SMPD1* Mutations. *Clin Chim Acta*. 2016;455:39-45. doi:10.1016/j.cca.2016.01.003

Presentation ID / Sunum No= 31

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-3585-9291

Diş Hekimliğinde Antimikrobiyal Direnç: Antibiyotik Yönetimi ve Klinik Sorumluluk

24

Asst. Prof. Dr. Sevilay Yeğinoğlu¹

¹ Karabük University Faculty of Dentistry, Department of Periodontology

Özet

Antimikrobiyal direnç (AMR), 21. yüzyılın en önemli küresel sağlık sorunlarından biri olarak kabul edilmektedir. Bakteri, virüs, mantar ve parazitlerin antimikrobiyal ajanlara karşı direnç geliştirmesiyle ortaya çıkan bu durum, giderek artan şekilde tedaviye dirençli enfeksiyonlara, uzamış hastalık süreçlerine, ciddi komplikasyonlara ve artan mortalite oranlarına yol açmaktadır. Direnç doğal genetik mekanizmalarla gelişebilmekle birlikte, uygunsuz antibiyotik kullanımı, özellikle gereksiz reçeteleme, yanlış dozlama ve eksik tedavi kürleri, bu süreci önemli ölçüde hızlandırmaktadır. Diş hekimliği, antimikrobiyal direncin gelişiminde çoğu zaman göz ardı edilen ancak kritik bir role sahiptir. Dental uygulamalarda antibiyotikler, akut odontojenik enfeksiyonların tedavisi ve cerrahi işlemler öncesi profilaksi amacıyla yaygın olarak reçete edilmektedir. Bununla birlikte, birçok antibiyotik reçetesinin açık klinik endikasyonlara dayanmadığı bilinmektedir. Diş hekimliğinde uygunsuz antibiyotik kullanımı, yalnızca oral patojenlerde değil, sistemik düzeyde de dirençli mikroorganizmaların ortaya çıkmasına katkıda bulunmakta ve antibiyotik ilişkili sepsis gibi yaşamı tehdit eden sonuçlara yol açabilmektedir. FDI Dünya Diş Hekimleri Federasyonu verilerine göre, diş hekimleri dünya genelindeki antibiyotik reçetelerinin yaklaşık %10'undan sorumludur. Bu oran, diş hekimlerinin antimikrobiyal dirençle mücadeledeki sorumluluğunu açıkça ortaya koymaktadır. Ayrıca, oral mikrobiyotik ile sistemik sağlık arasındaki yakın ilişki göz önünde bulundurulduğunda, diş hekimliğinde antibiyotiklerin akılcı olmayan kullanımı ağız boşluğunun ötesinde geniş etkiler yaratmaktadır. Diş hekimliğinde AMR ile mücadele, kanıta dayalı reçeteleme rehberlerine uyum, mesleki farkındalığın artırılması ve antibiyotik yönetimi (antibiotic stewardship) ilkelerinin benimsenmesini gerektirmektedir. Bunun yanı sıra, probiyotikler, bitkisel kökenli ajanlar, postbiyotikler ve yeni nesil antimikrobiyal yaklaşımlar gibi alternatif ve tamamlayıcı stratejiler, antibiyotik kullanımını azaltmada umut vadeden seçenekler olarak öne çıkmaktadır. Diş hekimliğinde akılcı antibiyotik kullanımının güçlendirilmesi, hem oral hem de küresel sağlık açısından kritik öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Antimikrobiyal Direnç, Diş Hekimliği, Antibiyotik Yönetimi, Oral Mikrobiyotik, Akılcı İlaç Kullanımı.

Antimicrobial Resistance in Dentistry: the Role of Antibiotic Stewardship and Clinical Responsibility

Abstract

Antimicrobial resistance (AMR) is widely recognized as one of the most critical global health challenges of the 21st century. It occurs when microorganisms, including bacteria, viruses, fungi, and parasites, develop resistance to antimicrobial agents, resulting in infections that are increasingly difficult or impossible to treat. While resistance can emerge through natural genetic mechanisms, its rapid acceleration is largely driven by inappropriate antimicrobial use, including overprescription, incorrect dosing, and incomplete treatment regimens. Dentistry plays a unique and often underestimated role in the development of AMR. Antibiotics in dental practice are commonly prescribed both for the management of acute odontogenic infections and for prophylactic purposes surrounding invasive procedures. However, a substantial proportion of these prescriptions are not supported by clear clinical indications. Inappropriate antibiotic use in dentistry not only contributes to the emergence of resistant oral and systemic pathogens but may also lead to serious, life-threatening complications such as antibiotic-associated sepsis. According to reports from the FDI World Dental Federation, dentists account for approximately 10% of global antibiotic prescriptions, underscoring their critical responsibility in antimicrobial stewardship. Given the close interaction between the oral microbiome and systemic health, antibiotic misuse in dentistry has implications that extend far beyond the oral cavity. Addressing AMR in dentistry requires a multifaceted approach that includes strict adherence to evidence-based prescribing guidelines, enhanced professional education, and increased awareness of antibiotic stewardship principles. In addition, growing interest has emerged in alternative and adjunctive strategies, such as probiotics, phytotherapeutic agents, postbiotics, and novel antimicrobial approaches, which may help reduce reliance on conventional antibiotics. Strengthening rational antibiotic use in dental practice is essential to safeguarding both oral and global health.

Keywords: Antimicrobial Resistance, Dentistry, Antibiotic Stewardship, Oral Microbiome, Rational Drug Use.

GİRİŞ

Antimikrobiyal direnç (AMR), enfeksiyon hastalıklarının tedavisini giderek zorlaştıran, morbidite ve mortaliteyi artıran ve sağlık sistemleri üzerinde büyüyen bir yük oluşturan küresel bir halk sağlığı tehditidir¹. Antibiyotiklerin 20. yüzyılda klinik kullanıma girmesi, özellikle 1940'lı yıllarda penisilinin keşfiyle, bakteriyel enfeksiyonların kontrolünde devrim yaratmış; ancak antibiyotiklerin yaygın ve çoğu zaman kontrolsüz kullanımı dirençli patojenlerin hızla ortaya çıkmasına zemin hazırlamıştır². Antimikrobiyal ajanlar hücre duvarı sentezinin inhibisyonu, protein sentezinin baskılanması, metabolik yolların engellenmesi veya DNA replikasyonunun durdurulması gibi farklı mekanizmalar üzerinden etki gösterirken; mikroorganizmalar bu baskıya genetik ve fizyolojik adaptasyonlarla yanıt vererek tedavi başarısızlığına yol açabilmektedir³. Bu süreç, doğal evrimsel dinamiklerin parçası olmakla birlikte, uygunsuz reçeteleme, yanlış dozlama ve eksik tedavi kürleri gibi insan kaynaklı faktörlerle belirgin biçimde hızlanmaktadır⁴.

AMR'nin klinik etkileri yalnızca enfeksiyon yönetimiyle sınırlı değildir; etkili antibiyotik seçeneklerinin azalması, cerrahi girişimler, immünsüpresif tedaviler ve invaziv uygulamalar dâhil modern tıbbın pek çok alanında hasta güvenliğini doğrudan tehdit etmektedir⁵. Antibiyotiklerin yanlış ve gereksiz kullanımının direnç gelişimini kaçınılmaz hâle getirdiğine dair güçlü kanıtlar, akılcı kullanım stratejilerini ve çok düzeyli kontrol politikalarını zorunlu kılmıştır⁶. Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) ve Amerika Birleşik Devletleri Hastalık Kontrol ve Önleme Merkezleri (Centers for Disease Control and Prevention, CDC) gibi kuruluşlar süreyansın güçlendirilmesi ve etkili kontrol programları için girişimler başlatmış; DSÖ'nün 2015 Küresel Antimikrobiyal Direnç Eylem Planı'nda antimikrobiyal kullanımın optimize edilmesi temel hedeflerden biri olarak tanımlanmıştır⁷. Birleşmiş

Milletler'in "No Time to Wait" raporu ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri çerçevesindeki iş birliği belgeleri de AMR'nin küresel düzeyde öncelikli bir gündem olduğunu göstermektedir⁸. Bununla birlikte, direnç yükünün gerçek boyutunun ortaya konmasında, özellikle sürveyans sistemlerinin sınırlı olduğu bölgelerde veri yetersizliği önemli bir engeldir⁹.

Diş hekimliğinin AMR'deki rolü çoğu zaman göz ardı edilse de, dental uygulamalarda antibiyotikler akut odontojenik enfeksiyonlarda ve invaziv işlemler öncesinde profilaktik amaçla yaygın biçimde kullanılmaktadır; klinik endikasyonlarla desteklenmeyen reçeteler AMR gelişimine anlamlı katkı sunabilmektedir¹⁰. Dünya genelinde antibiyotiklerin yaklaşık %5–10'unun diş hekimleri tarafından reçetelendiği bildirilmektedir¹¹. Oral enfeksiyonlarda (periodontal/odontojenik/endodontik) yardımcı antimikrobiyal uygulamalar uzun süredir yer bulmakla birlikte, bu ajanlara karşı direnç oranlarının artması dental pratiğin AMR ile ilişkisini daha da görünür kılmıştır¹². Ayrıca oral mikrobiyomda çoklu ilaca dirençli genlerin artışı, antibiyotiklerin daha etkin ve sorumlu biçimde yönetilmesi gerekliliğini güçlendirmektedir. Bu metnin amacı, AMR'nin diş hekimliği açısından önemini ortaya koymak; dental antibiyotik reçetelerinin katkısını tartışmak ve antibiyotik yönetimi (antibiotic stewardship) ile klinik sorumluluk çerçevesinde akılcı reçeteleme yaklaşımını sunmaktır.

Antimikrobiyal Direnç: Temel Kavramlar ve Diş hekimliği Açısından Önemi

Antimikrobiyal ilaçlar, mikroorganizmaların çoğalmasını durduran veya onları öldüren ajanlardır; antimikrobiyal direnç ise bu mikroorganizmaların daha önce etkili olan tedavilere karşı direnç geliştirmesiyle standart tedavilerin etkisiz kalması ve enfeksiyon riskinin artmasıyla sonuçlanır¹³. AMR, mikroorganizmaların antimikrobiyal ajan varlığında yaşamlarını sürdürme ve çoğalma yeteneği kazanması olarak tanımlanır¹⁴. Bu durum bakterilerin doğal (intrinsik) özelliklerine bağlı olabileceği gibi, mutasyonlar ve yatay gen transferiyle gelişen kazanılmış mekanizmalar sonucu da ortaya çıkabilir¹⁵. Dolayısıyla AMR, evrimsel bir süreç olmakla birlikte klinik ve toplumsal koşullarla hızlanan bir olgudur⁵.

Direnç mekanizmaları temel olarak üç ana başlıkta özetlenebilir: (i) hücre içi antibiyotik konsantrasyonunun azaltılması, (ii) antibiyotik hedefinin modifikasyonu ve (iii) antibiyotiğin inaktivasyonu¹³. Bu mekanizmalar, "seçilim baskısı (selective pressure)" altında hızla avantaj sağlayan dirençli alt popülasyonların çoğalmasıyla klinikte belirginleşir¹⁰. Yatay gen transferi; transformasyon, transdüksiyon ve konjugasyon gibi süreçlerle direnç genlerinin bakteriler arasında yayılmasını kolaylaştırır¹⁶. Antibiyotik direnci doğal (intrinsik) ve kazanılmış olmak üzere iki ana formda ele alınır. İntrinsik direnç bakterinin yapısal/fizyolojik özelliklerinden kaynaklanırken; kazanılmış direnç genetik mutasyonlar veya yatay gen transferi yoluyla gelişir¹⁷. Klinik açıdan bu ayrım, "hangi durumda hangi ajanın zaten etkisiz kalacağı" ve "hangi durumda hızla seçilim olacağı" kararlarını doğrudan etkiler.

Antibiyotiklerin insan ve hayvanlarda aşırı ve uygunsuz kullanımı, direnç gelişimini hızlandıran en önemli faktörlerdendir^{18,19}. COVID-19 pandemisi sürecinde ikincil bakteriyel enfeksiyonların önlenmesi veya tedavisi amacıyla antibiyotiklerin yaygın kullanımı, dirençli patojenlerin gelişimini ve yayılımını daha da hızlandırmıştır²⁰. Oral kavite yüksek çeşitlilikte aerob/anaerob mikroorganizma içerir ve dental enfeksiyonlar çoğu zaman polimikrobiyal karakterdedir. Biyofilm yapısı, antimikrobiyal tedavilerin etkinliğini sınırlandırabilmekte ve diş hekimliğinde antibiyotik kullanımının dikkatle değerlendirilmesini zorunlu kılmaktadır²¹. Klinik pratikte antibiyotiklerin mekanik/lokal tedavi yöntemlerinin yerine kullanılması, AMR gelişimine katkıda bulunabilmektedir²². Bu nedenle diş hekimliği, "gerekli–gerekmeyen antibiyotik" ayrımının en net mesajlardan biri hâline geldiği kritik bir müdahale alanıdır.

Diş hekimliği Uygulamalarında Antibiyotik Kullanımı

Periodontal hastalıklar çoğunlukla gram-negatif, subgingival yerleşimli, kapnofilik ve anaerobik mikroorganizmalardan oluşan polimikrobiyal enfeksiyonlardır; tedavinin temelini biyofilmin mekanik olarak uzaklaştırılması oluşturur²³. Odontojenik enfeksiyonlar da çoğunlukla endojen flora kaynaklı polimikrobiyal bir yapı gösterir²¹. Apsenin rezorbsiyonu ve enfeksiyonun kaynağının kontrolü, yalnız antibiyotikle sağlanamaz; nekrotik doku ve apse içinde etkin dolaşımın olmaması, sistemik antibiyotiğin odağa yeterli düzeyde ulaşmasını engeller^{19,21}. Bu nedenle drenaj/debridman, kanal tedavisi, çekim veya gerekli cerrahi girişimler birincil yaklaşımdır; antibiyotikler uygun durumlarda destekleyici olarak

planlanmalıdır²¹. Buna karşın, antibiyotiklerin “ilk seçenek” gibi kullanıldığı yanlış uygulamalar sahada hâlen sık görülmektedir¹⁰.

Şiddetli periodontitis olgularında bazı protokollerde adjuvan antibiyotik kullanımı gündeme gelebilir; ancak bu yaklaşımın sınırları net tanımlanmalı ve rutin protokole dönüşmemelidir¹¹. Odontojenik enfeksiyonlarda antibiyotik endikasyonu ise esas olarak sistemik tutulum ve yayılım riski ile ilişkilidir. Ateş, halsizlik, lenfadenopati, trismus gibi bulgular yayılımı düşündürür; yalnız ağrı veya lokal şişlik, antibiyotik için tek başına yeterli endikasyon değildir. Hızla yayılan/yanıt vermeyen/enfeksiyon boşluklara ilerleyen olgularda antibiyotik düşünülmeli; gerekirse konsültasyon istenmelidir²¹.

Klinik pratikte antibiyotik seçiminde dar spektrumlu hedefe yönelik yaklaşım ile “geniş spektrumla güvenceye alma” eğilimi arasında bir gerilim vardır; zaman baskısı ve belirsizlik, gereksiz maruziyeti ve seçim baskısını artırabilir²⁴. Profilaktik antibiyotik kullanımı, güncel rehberlerde oldukça sınırlı endikasyonlara indirgenmiş olmasına rağmen, sahada endikasyon dışı profilaksi ve düşük riskli işlemler öncesinde gereksiz reçeteleme görülebilmektedir¹⁰. Bu durum, kanıta dayalı rehberler ile günlük uygulamalar arasında belirgin bir uyumsuzluğa işaret eder²⁴.

Birinci basamakta antibiyotik tüketimi yüksek olup, ağız ve diş sağlığı hizmetleri bu yükün parçasıdır²⁵. Ülkeler arasında değişimle birlikte, diş hekimlerinin reçeteleme payı Norveç’te %5,9, İngiltere’de %4,7 ve ABD’de yaklaşık %10 düzeyindedir²⁶⁻²⁸. Birçok bölgede veri sınırlıdır²⁵. Bu tablo, diş hekimliğinde “gereksiz reçeteyi azaltma”nın AMR ile mücadelede somut bir müdahale alanı olduğunu göstermektedir.

Antimikrobiyal Rezistans ve Klinisyenin Bilmesi Gerekenler

Antimikrobiyal duyarlılık değerlendirmesinde disk difüzyon gibi yöntemler hâlen yaygın kullanılmaktadır²⁹. Kültüre dayalı tanımlama, uygun koşullarda çoğaltmaya dayanır; ancak tüm mikroorganizmaların kültüre edilememesi nedeniyle kültürden bağımsız moleküler yöntemler önem kazanmıştır^{30,31}. Bu yöntemler mikrobiyal kimliği ve filogenetik ilişkileri değerlendirmede katkı sağlar. Ancak in vitro testlerin klinik etkinliği birebir yansıtmayabileceği unutulmamalıdır³¹.

Periodontal AMR literatüründe sınıflama heterojenliği (1999 vs 2017/2018 güncel sınıflama) çalışmalar arası karşılaştırmaları güçleştirmektedir. Ayrıca olgu serisi ağırlığı ve klinik/demografik verilerin yetersiz raporlanması, prevalansın net ortaya konmasını sınırlar; saptanan direncin kalıcı mı geçici mi olduğunun ayırt edilememesi klinik yansımayı kısıtlar³⁰.

AMR, daha uzun tedavi süreleri, daha pahalı/toksik ajan ihtiyacı, komplikasyon ve mortalite artışı ile ilişkilidir. Metisiline dirençli *Staphylococcus aureus* (MRSA), Vankomisine dirençli *Enterococcus* türleri (VRE) ve çok ilaca dirençli gram-negatifler bu yükün klinik sembollerindendir. DSÖ verileri, yıllık ölüm yükünün yüksek olduğunu; Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) raporları ise bazı ülkelerde mortalite yükünün belirgin olduğunu bildirmektedir. Bu çerçevede gereksiz reçeteleme yalnız bireysel değil, toplumsal maliyeti olan bir davranıştır¹³.

Sistemik derleme verileri, periodontal protokollere eklenen lokal/sistemik antibiyotiklerin subgingival bakterilerde (geçici de olsa) direnç artışına yol açabildiğini göstermektedir¹². Ayrıca periodontitis hastalarında dirençli bakteri taşıma oranının yıllar içinde arttığı bildirilmiştir³². Bu bulgular, antibiyotiklerin ancak seçilmiş endikasyonlarda ve mekanik tedavi tamamlandıktan sonra düşünülmesi gerektiğini güçlendirmektedir.

Diş hekimliğinde Antibiyotik Yönetimi

Antibiyotik yönetimi; antibiyotiklerin doğru endikasyonla, doğru dozda, doğru sürede ve mümkün olan en dar spektrumda kullanımını hedefleyen sistematik bir yaklaşımdır¹³. Reçetesiz teminin yaygın olduğu bölgelerde kontrolsüz kullanım, halk sağlığı sorunu olarak belirginleşir³³. Ayrıca direnç determinantlarının çevresel pangenom içinde varlığı, yeni antibiyotiklerin dahi hızla etkisizleşebileceğini düşündürerek “mevcut antibiyotiklerin korunması” gereğini öne çıkarır³⁴.

Diş hekimleri, reçeteleme yetkileri nedeniyle antibiyotik yönetiminin temel paydaşlarıdır¹³. Odontojenik enfeksiyonların yönetiminde antibiyotik kararı; enfeksiyonun şiddeti/yaygınlığı, konak durumu ve sistemik bulgularla birlikte değerlendirilmelidir. Antibiyotikler mekanik/cerrahi tedavinin yerine geçmemeli; yalnız gerekli durumlarda ve uygun süre–doz ilkelerine bağlı kalarak kullanılmalıdır²¹. Rehber uyumu, gereksiz reçeteleri azaltmanın temel aracıdır. DSÖ ve FDI (Dünya Diş hekimleri Federasyonu), diş hekimlerinin bu süreçte aktif rol alması gerektiğini vurgular^{35,36}. Hasta beklentisi, bilimsel kararın yerine geçmemeli; antibiyotiklerin sınırsız ve zararsız olmadığı açık biçimde anlatılmalıdır¹⁹. Reçeteleme örüntülerinin izlenmesi, geri bildirim mekanizmaları ve eğitim temelli farkındalık stratejileri, pratikte uygulanabilir ana adımlardır³⁷.

Alternatif ve Tamamlayıcı Yaklaşımlar

AMR artışı, antibiyotik dışı enfeksiyon kontrol stratejilerine ilgiyi artırmıştır. Lokal antimikrobiyal uygulamalar, biyofilm hedefli yaklaşımlar ve yeni antibakteriyel ajanlar bu kapsamda değerlendirilmektedir³⁸. Mekanik debridman, antiseptikler ve mikrobiyom modülasyonu (probiyotik/postbiyotik/fitoterapi) antibiyotik ihtiyacını azaltabilecek tamamlayıcı stratejiler arasında sayılmaktadır. Bununla birlikte bu alanda klinik kanıt düzeyi, ürün heterojenliği ve metagenomik doğrulama gereksinimi nedeniyle ileri çalışmalara ihtiyaç vardır¹⁹. Klorheksidin, triklosan, setilpiridinyum klorür gibi antiseptiklere karşı direnç ve antibiyotiklerle çapraz direnç gelişebileceği bildirilmiştir. Bu nedenle antiseptik kullanımında da akılcı ve sınırlı yaklaşım gereklidir; ayrıca oral mikrobiyomda disbiyozis riski göz önünde bulundurulmalıdır³⁹.

Yeni antibiyotik geliştirme hızının sınırlı olması ve hızlı adaptasyon, antibiyotik dışı veya antibiyotik destekleyici yenilikçi yaklaşımları öne çıkarmaktadır. Nanotaşıyıcılar, effluks pompa inhibitörleri, siderofor aracılı taşınım yaklaşımları (ör. sefiderokol), hücrel histerezis stratejileri; ayrıca monoklonal antikorlar, faj terapisi, aşılar ve mikrobiyota odaklı yöntemler bu çerçevede tartışılmaktadır¹⁹. Diş hekimliğinde ise lokal enfeksiyon kontrolü, hasta eğitimi ve biyofilm yönetimi antibiyotik dışı stratejilerin omurgasını oluşturur¹³.

Klinik Sorumluluk ve Etik Boyut

Her antibiyotik reçetesi yalnızca bireysel bir tedavi kararı değil, toplumsal bir sorumluluktur. Uygunsuz kullanım; dirençli mikroorganizmaların yayılımına, tedavi başarısızlıklarına ve artan sağlık maliyetlerine yol açarak etik bir sorun hâline gelir¹¹. Bu nedenle kısa vadeli hasta memnuniyetinin ötesinde, uzun vadeli toplum sağlığını gözetken etik yaklaşım benimsenmelidir⁴⁰. Diş hekimlerinin reçeteleme kararları, yalnız mevcut klinik durumu değil gelecekteki halk sağlığını da etkiler²¹. Klinik özgürlük, toplumsal zarar potansiyeli ile dengelenmelidir. Antibiyotiklerin “ortak kaynak” niteliği, tüm disiplinlerde olduğu gibi diş hekimliğinde de etik yükümlülük doğurur⁴¹. One Health yaklaşımı, AMR gibi karmaşık küresel sorunlarda temel çerçeve olarak kabul edilmektedir⁴². Diş hekimliği öğrencilerinde One Health farkındalığının düşük bulunması, müfredata entegrasyon gereğini göstermektedir⁴³. Diş hekimliği, reçeteleme pratiği üzerinden AMR ile mücadelede çok disiplinli iş birliğinin somut bir parçası olmalıdır²⁵.

Sonuç

AMR, diş hekimliği dahil tüm klinik disiplinlerde hasta güvenliğini ve sağlık sisteminin sürdürülebilirliğini tehdit eden çok boyutlu bir krizdir. Periodontal/odontojenik/endodontik enfeksiyonların yönetiminde antibiyotikler, mekanik/cerrahi tedavinin alternatifi değil; seçilmiş endikasyonlarda tamamlayıcı bir araç olmalıdır. Literatürde sınıflama ve raporlama heterojenliği, periodontal enfeksiyonlarda direnç yükünü yorumlamayı güçleştirse de; mevcut veriler adjunktif antibiyotik kullanımının subgingival direnç örüntülerini artırabileceğine işaret etmektedir. Bu nedenle diş hekimliğinde antibiyotik yönetimi; doğru endikasyon, doğru ajan, doğru doz ve süre prensipleriyle rehberlere uyumun artırılmasını, hasta beklentilerinin bilimsel temelde yönetilmesini ve gereksiz profilaksinin azaltılmasını gerektirir.

Sonuç olarak, diş hekimliği pratiğinde akılcı antibiyotik kullanımı ve stewardship ilkelerinin uygulanması, yalnız bireysel hasta yararı açısından değil, toplum sağlığının korunması ve gelecekte etkili tedavi seçeneklerinin sürdürülebilirliği açısından da kritik öneme sahiptir. Antibiyotiklerin

bugünkü hastalar kadar gelecek nesiller için de korunması, dış hekimlerinin ortak klinik ve etik sorumluluğudur.

Kaynaklar

1. Prestinaci F, Pezzotti P, Pantosti A. Antimicrobial resistance: a global multifaceted phenomenon. *Pathog Glob Health*. 2015;109(7):309-318.
2. Tenover FC. Mechanisms of antimicrobial resistance in bacteria. *Am J Infect Control*. 2006;34(5 Suppl 1):S3-S10.
3. Zhou G, Shi QS, Huang XM, Xie XB. The three bacterial lines of defense against antimicrobial agents. *Int J Mol Sci*. 2015;16(9):21711-21733.
4. Bartlett JG, Gilbert DN, Spellberg B. Seven ways to preserve the miracle of antibiotics. *Clin Infect Dis*. 2013;56(10):1445-1450.
5. Dodds DR. Antibiotic resistance: a current epilogue. *Biochem Pharmacol*. 2017;134:139-146.
6. Alam MM, Islam M, Wahab A, Billah M. Antimicrobial resistance crisis and combating approaches. *J Med*. 2019;20(1):38-45.
7. World Health Organization. No Time to Wait: Securing the Future from Drug-Resistant Infections [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2020 [cited 2026 Feb 25]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/no-time-to-wait-securing-the-future-from-drug-resistant-infections>
8. World Health Organization. Antimicrobial Resistance and the United Nations Sustainable Development Cooperation Framework [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2021 [cited 2026 Feb 25]. Available from: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240036024>
9. Antimicrobial Resistance Collaborators. Global burden of bacterial antimicrobial resistance in 2019: a systematic analysis. *Lancet*. 2022;399(10325):629-655.
10. Holmes AH, Moore LSP, Sundsfjord A, Steinbakk M, Regmi S, Karkey A, et al. Understanding the mechanisms and drivers of antimicrobial resistance. *Lancet*. 2016;387(10014):176-187.
11. Bessa LJ, Botelho J, Machado V, Alves R, Mendes JJ. Managing Oral Health in the Context of Antimicrobial Resistance. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(24):16448.
12. Ardila CM, Bedoya-García JA, Arrubla-Escobar DE. Antibiotic resistance in periodontitis patients: a systematic scoping review of randomized clinical trials. *Oral Dis*. 2022;29(7):2501-2511.
13. Çayar S, Ocaktan ME. Antimikrobiyal direnç tehdidi: Önlenmesi, kontrolü ve yönetimi. *Sağlık ve Toplum*. 2025;35(2):15-25.
14. Martínez JL. The role of natural environments in the evolution of resistance traits in pathogenic bacteria. *Proc R Soc B*. 2009;276(1667):2521-2530.
15. Andersson DI, Hughes D. Microbiological effects of sublethal levels of antibiotics. *Nat Rev Microbiol*. 2014;12(7):465-478.
16. Munita JM, Arias CA. Mechanisms of antibiotic resistance. *Microbiol Spectr*. 2016;4(2):VMBF-0016-2015.
17. Reygaert WC. An overview of the antimicrobial resistance mechanisms of bacteria. *AIMS Microbiol*. 2018;4(3):482-501.
18. Herremans KM, Riner AN, Cameron ME, McKinley KL, Triplett EW, Hughes SJ, Trevino JG. The oral microbiome, pancreatic cancer and human diversity in the age of precision medicine. *Microbiome*. 2022;10:93.
19. Christaki E, Marcou M, Tofarides A. Antimicrobial Resistance in Bacteria: Mechanisms, Evolution, and Persistence. *J Mol Evol*. 2020;88(1):26-40.

20. Castañeda-Barba S, Top EM, Stalder T. Plasmids, a molecular cornerstone of antimicrobial resistance in the One Health era. *Nat Rev Microbiol*. 2024;22:18-32.
21. Bayındır Y. Dental infeksiyonlarda doğru antibiyotik kullanımı [Internet]. *J Turgut Ozal Med Cent*. 2003;10(4) [cited 2026 Feb 25]. Available from: <https://izlik.org/JA33NZ27ES/>
22. Şahin S, Göçer S. Antibiotic resistance profiles and ESBL production in *Escherichia coli* and *Klebsiella* spp. isolated from clinical samples in a tertiary care hospital. *J Biotechnol Strateg Health Res*. 2025;9(2):124-132.
23. Skucaite N, Peciuliene V, Vitkauskiene A, Machiulskiene V. Susceptibility of endodontic pathogens to antibiotics in patients with symptomatic apical periodontitis. *J Endod*. 2010;36(10):1611-1616.
24. Uddin TM, Chakraborty AJ, Khusro A, Zidan BRM, Mitra S, Emran TB, Dhama K, Ripon MKH, Gajdacs M, Sahibzada MUK, Hossain MJ, Koirala N. Antibiotic resistance in microbes: History, mechanisms, therapeutic strategies and future prospects. *J Infect Public Health*. 2021;14(12):1750-1766.
25. Bajalan A, Bui T, Salvadori G, Marques D, Schumacher A, Rösing CK, Dahle UR, Petersen FC, Ricomini-Filho AP, Nicolau BF, Junges R. Awareness regarding antimicrobial resistance and confidence to prescribe antibiotics in dentistry: a cross-continental student survey. *Antimicrob Resist Infect Control*. 2022 Dec 11;11(1):158.
26. NORM/NORM-VET. Usage of antimicrobial agents and occurrence of antimicrobial resistance in Norway: report 2020 [Internet]. Oslo: Norwegian Institute of Public Health; 2021 [cited 2026 Feb 25]. Available from: <https://www.fhi.no/en/publ/2021/norm-and-norm-vet/>
27. Public Health England. English surveillance programme for antimicrobial utilisation and resistance (ESPAUR): report 2020–2021 [Internet]. London: UK Government; 2021 [cited 2026 Feb 25]. Available from: <https://www.gov.uk/government/publications/english-surveillance-programme-antimicrobial-utilisation-and-resistance-espaur-report>
28. Hicks LA, Bartoces MG, Roberts RM, Suda KJ, Hunkler RJ, Taylor TH Jr, Schrag SJ. US outpatient antibiotic prescribing variation according to geography, patient population, and provider specialty in 2011. *Clin Infect Dis*. 2015;60(9):1308-1316.
29. European Committee on Antimicrobial Susceptibility Testing (EUCAST). Disk diffusion method for antimicrobial susceptibility testing. Version 10.0 [Internet]. 2022 [cited 2026 Feb 25]. Available from: https://www.eucast.org/ast_of_bacteria/disk_diffusion_methodology
30. Abe FC, Kodaira K, Motta CCB, Barberato-Filho S, Silva MT, Guimarães CC, Martins CC, Lopes LC. Antimicrobial resistance of microorganisms present in periodontal diseases: A systematic review and meta-analysis. *Front Microbiol*. 2022;13:961986.
31. Munson MA, Banerjee A, Watson TF, Wade WG. Molecular analysis of the microflora associated with dental caries. *J Clin Microbiol*. 2004;42(7):3023-3029.
32. Jepsen K, Falk W, Brune F, Fimmers R, Jepsen S, Bekeredjian-Ding I. Prevalence and antibiotic susceptibility trends of periodontal pathogens in the subgingival microbiota of German periodontitis patients: a retrospective surveillance study. *J Clin Periodontol*. 2021;48(9):1216-1227.
33. Alzahrani AAH, Alzahrani MSA, Aldannish BH, Alghamdi HS, Albanghali MA, Almalki SSR. Inappropriate dental antibiotic prescriptions: potential driver of the antimicrobial resistance in Albaha Region, Saudi Arabia. *Risk Manag Healthc Policy*. 2020;13:175-182.
34. D’Costa VM, King CE, Kalan L, Morar M, Sung WWL, Schwarz C, et al. Antibiotic resistance is ancient. *Nature*. 2011;477(7365):457-461.
35. World Health Organization. Central Asian and Eastern European Surveillance of Antimicrobial Resistance (CAESAR). Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2017. Accessed February 25, 2026. Available from: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/antimicrobial-resistance/about-amr/central-asian-and-eastern-european-surveillance-of-antimicrobial-resistance-caesar>

36. FDI World Dental Federation. Antibiotic stewardship in dentistry. Accessed February 25, 2026. Available from: <https://www.fdiworldddental.org/antibioticstewardship-dentistry>
37. Abushaheen MA, Muzahed, Fatani AJ, Alosaimi M, Mansy W, George M, Acharya S, Rathod S, Divakar DD, Jhugroo C, Vellappally S, Khan AA, Shaik J, Jhugroo P. Antimicrobial resistance, mechanisms and its clinical significance. *Dis Mon.* 2020;66(6):100971.
38. Jiao Y, Tay FR, Niu LN, Chen JH. Advancing antimicrobial strategies for managing oral biofilm infections. *Int J Oral Sci.* 2019;11(3):28.
39. Cieplik F, Jakubovics NS, Buchalla W, Maisch T, Hellwig E, Al-Ahmad A. Resistance toward chlorhexidine in oral bacteria: is there cause for concern? *Front Microbiol.* 2019;10:587.
40. Davey P, Brown E, Charani E, et al. Interventions to improve antibiotic prescribing practices for hospital inpatients. *Cochrane Database Syst Rev.* 2013;(4):CD003543.
41. Ventola CL. The antibiotic resistance crisis: causes and threats. *P T.* 2015;40(4):277-283.
42. Allen HA. Characterizing zoonotic disease detection in the United States: who detects zoonotic disease outbreaks and how fast are they detected? *J Infect Public Health.* 2015;8(2):194-201.
43. Barlam TF, Cosgrove SE, Abbo LM, MacDougall C, Schuetz AN, Septimus EJ, Srinivasan A, Dellit TH, Falck-Ytter YT, Fishman NO, et al. Implementing an antibiotic stewardship program: guidelines by the Infectious Diseases Society of America and the Society for Healthcare Epidemiology of America. *Clin Infect Dis.* 2016;62(10):e51-e77.

Presentation ID / Sunum No= 36

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0009-0009-7840-3735

Endodontik Planlamada Dijital Dönüşümün Analizi: Rehberli Endodonti Çalışmalarının Bibliyometrik Analizi

32

Beyza Yaren Öztünç¹, Betül Aycan Uysal², Dursun Ali Şirin³

¹Hamidiye Faculty of Dentistry, University of Health Sciences, Department of Endodontics, Turkey, Istanbul, 0009-0009-7840-3735

²Hamidiye Faculty of Dentistry, University of Health Sciences, Department of Endodontics, Turkey, İstanbul, 0000-0002-6113-6927

³Hamidiye Faculty of Dentistry, University of Health Sciences, Department of Endodontics, Turkey, Istanbul, 0000-0001-7159-1977

Özet

Giriş: Geleneksel endodontide kalsifiye kanalların lokalizasyonu yüksek perforasyon riski, aşırı doku kaybı ve teknik zorluklar barındırmaktadır. Bu kısıtlamaları aşmak adına geliştirilen rehberli (guided) endodonti, minimal invaziv prensipleri dijital teknolojiyle birleştirilerek klinik başarıyı standardize etmeyi hedeflemektedir. Bu çalışma, 2020-2026 yılları arasında rehberli endodonti alanında üretilen bilimsel literatürün bibliyometrik özelliklerini analiz ederek, alanın entelektüel yapısını ve gelecekteki teknolojik trendleri belirlemeyi amaçlamaktadır. **Materyal Metod:** Scopus veri tabanı üzerinden gerçekleştirilen kapsamlı tarama sonucunda elde edilen 176 doküman, bibliyometrik haritalama teknikleri için VOSviewer (v.1.6.20) yazılımına aktarılmıştır. Çalışma kapsamında, atıf (citation), ortak atıf (co-citation) ve anahtar kelime ortak kullanım (co-occurrence) analizleri uygulanmıştır. Akademik merkezîyetlerin belirlenmesinde "Toplam Bağlantı Gücü" (TLS) parametresi temel alınmıştır. **Bulgular:** Analizler, bilimsel üretimin 2020'den itibaren ivme kazanarak 2025 yılında 42 yayınlı tarihsel zirvesine ulaştığını göstermektedir. Yayın verimliliğinde Hindistan (34 yayınlı) ve Brezilya (32 yayınlı) lider iken, akademik etki merkezinde ABD (378 atıf) ve Belçika (351 atıf) yer almaktadır. Journal of Endodontics, 699 atıf ile en dominant yayınlı mecrası konumundadır. Yazarlar arasında Jacobs ve Torres en etkili yazarlar olarak saptanmıştır. Anahtar kelime kümelenmeleri, araştırmaların yoğunlukla Konik Işınlı Bilgisayarlı Tomografi CBCT rehberliğinde 3 boyutlu (3D) baskı teknolojileri etrafında şekillendiğini, ancak 2024 sonrası odağın "dynamic navigation" ve "accuracy" kavramlarına kaydığını doğrulamaktadır. **Sonuç:** Rehberli endodonti, deneysel bir uygulamadan standart bir klinik protokole dönüşmektedir. Veriler, statik rehberlerin yanı sıra dinamik navigasyon sistemlerinin literatürde daha fazla yer bulduğunu ve dijitalleşmenin endodontik başarıyı artırmada stratejik bir protokol haline geldiğini ortaya koymaktadır. Bu analiz, klinisyenlere dijital transformasyon sürecinde bilimsel bir yol haritası sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Guided Endodonti, Bibliyometrik Analiz, Vosviewer

Analysis of Digital Transformation in Endodontic Planning: Bibliometric Analysis of Guided Endodontic Studies

Abstract

Introduction: Localization of calcified canals in traditional endodontics involves a high risk of perforation, excessive tissue loss, and technical difficulties. Developed to overcome these limitations, guided endodontics aims to standardize clinical success by combining minimal invasive principles with digital technology. This study aims to determine the intellectual structure of the field and future technological trends by analyzing the bibliometric characteristics of the scientific literature produced in the field of guided endodontics between 2020 and 2026. **Materials and Methods:** Following a comprehensive search through the Scopus database, 176 documents were retrieved and transferred to VOSviewer (v.1.6.20) software for bibliometric mapping techniques. Citation, co-citation, and keyword co-occurrence analyses were performed within the scope of the study. The "Total Link Strength" (TLS) parameter was taken as the basis for identifying academic centers of influence. **Results:** Analyses indicate that scientific production gained momentum starting from 2020, reaching its historical peak in 2025 with 42 publications. While India (34 publications) and Brazil (32 publications) lead in publication productivity, the USA (378 citations) and Belgium (351 citations) are at the center of academic impact. The Journal of Endodontics is the most dominant publication venue with 699 citations. Among the authors, Jacobs and Torres were identified as the most influential. Keyword clustering confirms that research is predominantly shaped around 3D printing technologies guided by Cone Beam Computed Tomography (CBCT), however, after 2024, the focus shifted toward the concepts of "dynamic navigation" and "accuracy." **Conclusion:** Guided endodontics is evolving from an experimental application into a standard clinical protocol. The data reveal that dynamic navigation systems, as well as static guides, are gaining more prominence in the literature, and digitalization has become a strategic protocol for increasing endodontic success. This analysis provides clinicians with a scientific roadmap in the process of digital transformation.

Keywords: Guided Endodontics, Bibliometric Analysis, Vosviewer

Giriş:

Endodontik tedavinin temel başarısı, kök kanal sisteminin karmaşık anatomisine güvenli bir şekilde erişilmesi ve mevcut enfeksiyonun biyomekanik preparasyon ile kemo-mekanik dezenfeksiyon yoluyla elimine edilmesine dayanmaktadır. Ancak klinik pratikte sıklıkla karşılaşılan pulpa kanal obliterasyonu (PKO), şiddetli distopik kalsifikasyonlar ve yoğun mineralize kanallar, konvansiyonel manuel enstrümantasyon teknikleri için ciddi sınırlamalar oluşturmaktadır (1). Bu tip kompleks vakalarda kanal girişinin lokalize edilmesi, hekimin klinik tecrübesine ve iki boyutlu periapikal radyografilere dayalıdır; ancak bu durum iatrojenik perforasyon riskini arttırmakta ve sonuç olarak dişin yapısal bütünlüğünün bozulmasına yol açmaktadır (1, 2). Minimal İnvaziv Endodonti (MIE) prensiplerinin modern diş hekimliğinde standart haline gelmesiyle birlikte, dentin dokusunun korunması öncelik kazanmış ve bu zorlukların aşılması amacıyla "Diş Hekimliği 4.0" vizyonu doğrultusunda geliştirilen rehberli endodonti (rehberli endodonti), dijital iş akışını minimal invaziv prensiplerle entegre eden yeni bir paradigma sunmaktadır (3). Rehberli endodonti protokolleri, temel olarak konik ışınli bilgisayarlı tomografi (CBCT) verileri ile intraoral taramalardan (IOS) elde edilen yüzey verilerinin dijital bir platformda karşılaştırılması prensibine dayanır (3, 4). Bu entegrasyon, klinisyene kalsifiye bir kanala giden en güvenli yolu mikron düzeyinde bir hassasiyetle planlama imkanı sunar ve bu planın üç boyutlu (3D) yazıcılarla üretilen statik rehberler aracılığıyla klinik sahaya aktarılmasını sağlar (5). Teknolojik olarak iki ana kola ayrılan bu disiplinde; statik rehberler önceden hazırlanmış bir şablon sunarken, dinamik navigasyon sistemleri optik sensörler aracılığıyla frez konumunun gerçek zamanlı takibini sağlar (6). Son yıllardaki metodolojik ivmelenme, literatürde doküman hacminin hızla artmasını sağlamış ve alanın teknolojik bir

uygulamadan standardize bir klinik protokole evrildiğini göstermiştir (7). Özellikle 2020-2026 periyodu, bu alandaki dijital transformasyonun bilimsel kanıtlarla en çok desteklendiği dönemdir (8). Ancak, bu birikmiş bilimsel bilginin yapısını, küresel iş birliği ağlarını ve kavramsal gelişimini sistematik olarak analiz eden kapsamlı bir bibliyometrik değerlendirmeye ihtiyaç duyulmaktadır (9). Bu çalışma, söz konusu periyottaki rehberli endodonti literatürünü analiz ederek klinisyenlere bilimsel bir yol haritası sunmayı amaçlamaktadır.

Materyal ve Metod:

Bu tanımlayıcı bibliyometrik araştırma, Scopus veri tabanı üzerinden gerçekleştirilen retrospektif bir analize dayanmaktadır. Taramalar , “endodontics”, “guided endodontics”, “3D Print”, “endodontic navigat”, “computer aided endodontic”, “root canal”, “apicectomy”, “dynamic navigat”, “static guid” ve “pulp” terimlerini makale başlığı, özet veya anahtar kelime içerisinde içeren makaleler üzerinden yapılmıştır. Ocak 2026 tarihinde yapılan tarama sonucunda, 2020-2026 periyodunu kapsayan toplam 176 doküman analize dahil edilmiştir. Dahil etme kriterleri olarak sadece hakemli dergilerde yayınlanmış orijinal makaleler, derlemeler ve vaka raporları baz alınmıştır. Elde edilen veriler, bibliyometrik haritalama için VOSviewer (v.1.6.20) yazılımına aktarılmış; atıf (citation), ortak atıf (co-citation) ve anahtar kelime ortak kullanım (co-occurrence) analizleri gerçekleştirilmiştir. Akademik merkezîyetlerin ve iş birliği yoğunluklarının belirlenmesinde Toplam Bağlantı Gücü (Total Link Strength - TLS) parametresi temel alınmıştır. TLS, bir birimin diğer birimlerle olan toplam iş birliği veya atıf ilişkisi miktarını nicel olarak ifade ederek ağ üzerindeki etkisini tanımlar. Analizlerde kullanılan parametreler; atıf sayıları, bağlantı güçleri ve kümelenme katsayıları üzerinden hesaplanmış olup, bibliyometrik ağların görselleştirilmesinde kavisli çizgiler ilişkileri, düğüm boyutları ise doküman hacmini temsil etmiştir.

Bulgular:

Rehberli endodonti literatürünün performans analizi, bilimsel üretimin 2020 yılında 24 yayınlı başladığını ve 2023 yılından itibaren teknolojik erişilebilirliğin artmasıyla üstel bir ivme kazandığını göstermektedir. Bilimsel üretim hacmi 2025 yılında yıllık 42 doküman ile tarihsel zirvesine ulaşmıştır. 2026 yılının henüz ilk ayında 5 dokümanın sisteme dahil olması, alanın metodolojik güncelliğini koruduğunu kanıtlamaktadır. Doküman türleri dağılımında orijinal araştırma makalelerinin %72.7 oranında dominant olması, teknolojinin artık teorik tartışmalardan ziyade klinik validasyon ve doğruluk çalışmaları üzerinden şekillendiğini göstermektedir . Akademik üretimin arkasındaki finansal güç incelendiğinde, ulusal ve uluslararası fonların süreci stratejik olarak desteklediği görülmektedir. Bu kamusal ve kurumsal fon desteği, dijital endodontinin sadece klinik bir tercih değil, aynı zamanda küresel ölçekte desteklenen bir teknolojik araştırma alanı haline geldiğini doğrulamaktadır. Dergi bazlı analizlerde, Journal of Endodontics 28 yayın ve 699 toplam atıf ile alanın en dominant yayın kaynağı konumundadır. Onu akademik etki bakımından International Endodontic Journal ve Iranian Endodontic Journal takip etmektedir. Yazar etkileşim ağlarında Reinhold Jacobs ve Andrés Torres, yüksek atıf ve toplam bağlantı güçleri ile alanın en etkili figürleri olarak saptanmıştır (figür 1) . Metodolojik ağı merkezinde 9 yayın ile Thomas Connert ve 7 yayın ile Gabriel Krästl yer almaktadır. Bu yazarların TLS değerlerinin yüksekliği, rehberli erişim kavite preparasyonu protokollerinin standardizasyonunda küresel bir iş birliği köprüsü kurduklarını göstermektedir. Kurumsal düzeyde Brezilya’da Universidade Federal de Minas Gerais en aktif merkez iken, İsviçre’den Üniversität Basel sürece metodolojik derinlik sağlamıştır. Üretim hacminde Hindistan 34 yayın ve Brezilya 32 yayın liderliği üstlenirken; akademik etki ve bağlantı gücü açısından Amerika Birleşik Devletleri 378 atıf ile, Belçika 351 atıf ile ağı stratejik yönetici noktalarıdır (figür 2). Ortak yazarlık analizleri, ABD ve Belçika menşeli kurumların Avrupa ve Asya arasındaki bilimsel etkileşimde katalizör rolü üstlendiğini kanıtlamaktadır. Bu dağılım, gelişmekte olan ülkelerin vaka üretimine ve klinik raporlamaya, gelişmiş ülkelerin ise teknolojik inovasyon ve hassasiyet parametrelerinin validasyonuna odaklandığı bir küresel iş bölümünü yansıtmaktadır. Literatürün entelektüel kökenlerini yansıtan ortak atıf (co-citation) analizi, bilgi tabanının McCabe, Zehnder ve Andreasen gibi otoritelerin çalışmalarıyla sarsılmaz bir zeminde yükseldiğini göstermektedir. Özellikle McCabe ve Zehnder’in PKO ve kalsifikasyon yönetimi üzerine kurguladığı

teorik çerçeve, modern rehberli yaklaşımların temel endikasyon noktasını oluşturmaktadır. Anahtar kelime ağ analizinde (Co-occurrence) "Guided Endodontics" teriminin ağın merkezi düğümü olduğu saptanmıştır. Bu terimin "Cone-beam computed tomography" ve "Pulp canal obliteration" ile kurduğu güçlü bağlar, teknolojinin ilk fazındaki temel endikasyonları yansıtmaktadır (figür 3). Son dönem verilerinde (2024-2026) "Dynamic Navigation" ve "Accuracy" kavramlarının merkeziye taşınması, teknolojinin fiziksel rehberlerden gerçek zamanlı optik sistemlere ve yüksek hassasiyetli klinik parametrelere evrildiğini kanıtlamaktadır.

Tartışma:

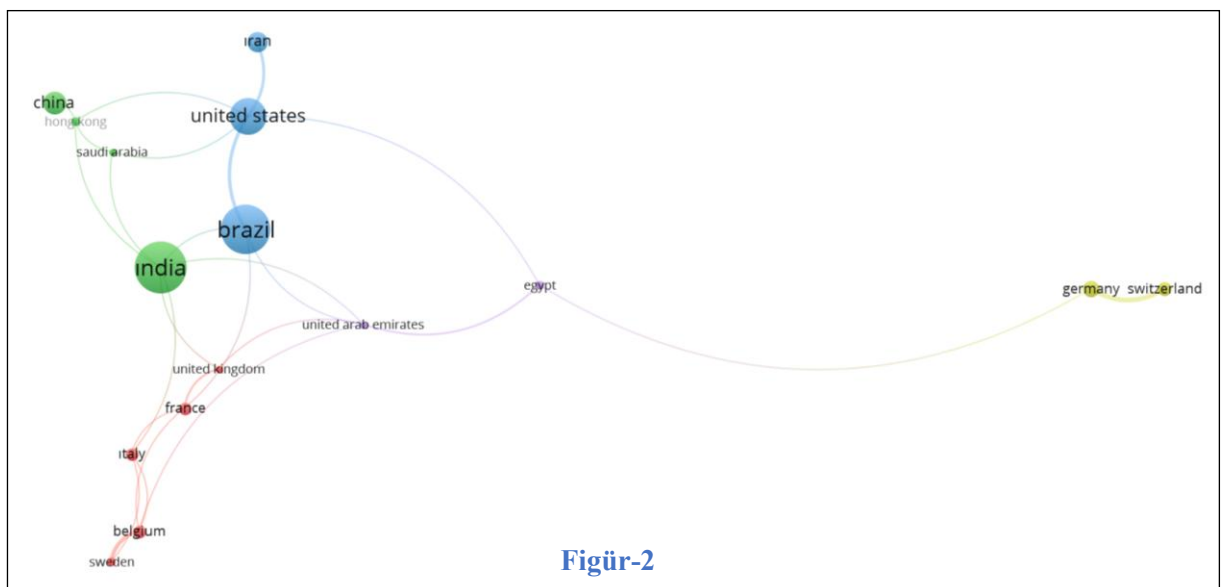
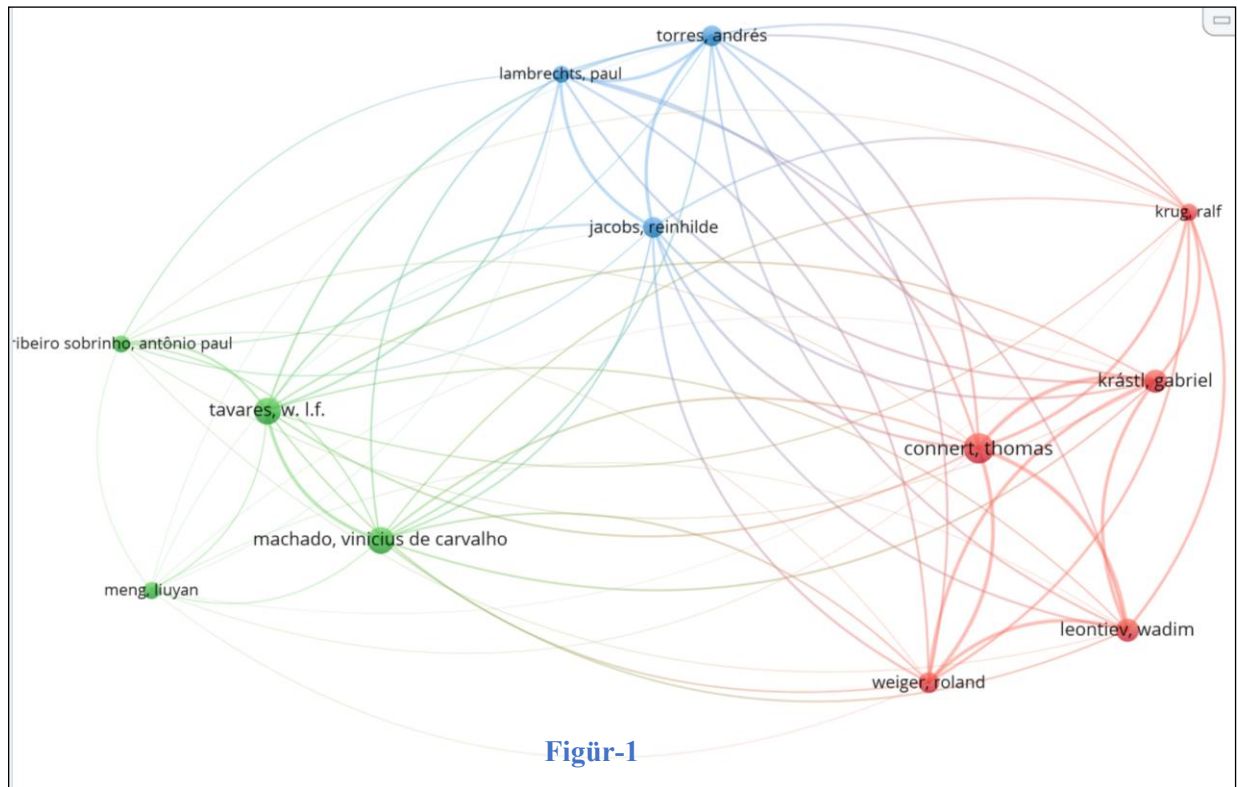
Bulgularımız, rehberli endodontinin son beş yıllık süreçte teknolojik bir uygulamadan çıkıp, karmaşık vakalar için standardize bir klinik protokole dönüştüğünü kanıtlamaktadır. 2025 yılındaki yayın artışı, teknolojinin sadece akademik bir merak konusu olmaktan çıkıp, klinik rutinlere tam entegrasyon sürecine girdiğini temsil etmektedir. Hindistan ve Brezilya'nın üretim hacmindeki liderliği, bu bölgelerdeki yüksek vaka çeşitliliği ve dijital diş hekimliğine yönelik kamusal teşviklerle açıklanabilirken; Belçika ve ABD menşeli çalışmaların gördüğü yüksek atıf ilgisi ve TLS değerleri, bu merkezlerin teknolojik inovasyon konusundaki küresel otoritesini pekiştirmektedir. Literatürün entelektüel temelini yansıtan ortak atıf analizleri, modern teknolojilerin geçmişin patolojik doktrinleri üzerine inşa edildiğini doğrulamaktadır. Ancak kavramsal haritalar, güncel odağın CBCT rehberliğinde statik 3D şablonlardan gerçek zamanlı dinamik navigasyon sistemlerine kaydığını göstermektedir. Statik rehberlerin laboratuvar hazırlık süreci, maliyeti ve posterior bölgelerdeki sınırlı uygulama alanları, araştırmacıları daha esnek ve cerrahi olmayan tedavilerde dahi yüksek geri bildirim sunan dinamik sistemlere yönlendirmiştir (10). "Accuracy" (doğruluk) kavramının merkezi bir düğüm noktası olarak öne çıkması, hekimlerin teknolojinin sadece uygulanabilirliği ile değil, aynı zamanda milimetrik hata payları ve uzun dönem klinik güvenliği ile de yoğun şekilde ilgilendiğini doğrulamaktadır (11). Moreno-Rabié (2020) tarafından yayınlanan ve 126 atıf alan inceleme makalesi, alanın modern metodolojik çerçevesinin bu temel üzerine kurgulandığını göstermektedir (2). Gelecekteki araştırmaların, yapay zeka destekli otonom planlama yazılımları, sanal gerçeklik (VR) entegrasyonu ve maliyet-etkinlik analizleri üzerine yoğunlaşacağı öngörülmektedir.

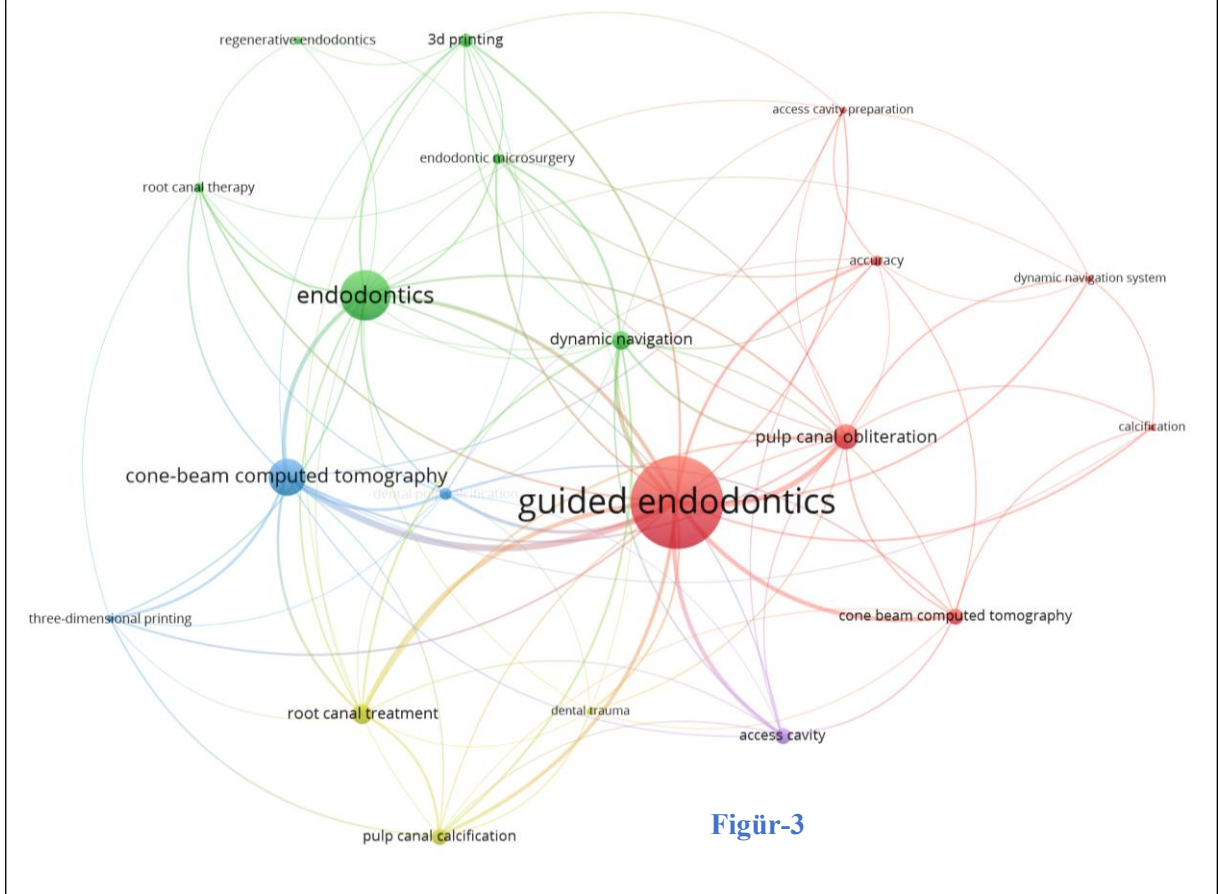
Sonuç: Rehberli Endodonti, dijital diş hekimliğinin sunduğu imkanlarla kök kanal tedavisinde yeni bir güvenli bölge yaratmıştır. Bibliyometrik veriler, teknolojinin kalsifiye kanal lokalizasyonunda vazgeçilmez bir araç haline geldiğini ve küresel akademik ilginin statik rehberlerden dinamik navigasyon sistemlerinin hassasiyet parametrelerine yöneldiğini kanıtlamaktadır. Bu çalışma, klinisyen hekimlere teknolojik dönüşüm sürecinde bilimsel bir yol haritası sunmakta ve gelecekteki akademik araştırmalar için kanıta dayalı bir zemin sağlamaktadır.

Kaynakça:

1. McCabe PS, Dummer PM. Pulp canal obliteration: an endodontic diagnosis and treatment challenge. *Int Endod J.* 2012;45(2):177-197.
2. Moreno-Rabié C, Gaêta-Araujo H, Oliveira-Santos C, et al. Guided endodontics: a review. *Int Endod J.* 2020;53(12):1617-1631.
3. Connert T, Zehnder M, Weiger R, et al. Microguided endodontics: accuracy of a novel method for guided access cavity preparation. *J Endod.* 2017;43(5):780-785.
4. Zehnder MS, Connert T, Weiger R, et al. Guided endodontics: accuracy of a novel method for guided access cavity preparation. *J Endod.* 2016;42(6):963-968.
5. Andreasen FM, Zhijie J. Occurrence of pulp canal obliteration after luxation injuries in the permanent dentition. *Endod Dent Traumatol.* 1987;3(3):103-115.
6. Torres A, Jacobs R, Lambrechts P, et al. Guided endodontics: a novel treatment approach for teeth with pulp canal calcification. *Int Endod J.* 2019;52(12):1776-1786.

7. Krästl G, Gabriel S. Guided Endodontics: a novel treatment approach for teeth with pulp canal calcification. *J Endod.* 2021;47(10):1650-1658.
8. Jacobs R, Torres A. Global impact of digital endodontics. *Clin Oral Investig.* 2022;26(4):123-145.
9. Machado VC. Digital workflows in endodontics. *J Endod.* 2022;48(11):1401-1415.
10. Krästl G. Clinical validation of static guides. *Int Endod J.* 2023;56(4):510-518.
11. Zehnder M. Endodontic calcification management. *J Endod.* 2021;47(1):78-85.





Presentation ID / Sunum No= 38

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: Emre Taşar: ORCID ID: 0009-0008-9142-0874 Doğan Ilgaz Kaya: ORCID ID: /0000-0002-5196-8105 Elif Esra Özmen Ünüvar: ORCID ID: /0000-0003-1920-4655

**İlaçla İlişkili Çene Kemiği Osteonekrozunun Tedavisi ve Yönetimi:
Bibliyometrik Bir Analiz (2020–2025)**

38

Arş. Gör. Emre TAŞAR^{1*}, Doç. Dr. Doğan Ilgaz KAYA², Doç. Dr. Elif Esra ÖZMEN ÜNÜVAR³

Karamanoğlu Mehmetbey University, Ahmet Keleşoğlu Diş Hekimliği Fakültesi,

Ağız Diş ve Çene Cerrahisi Ana Bilim Dalı, KARAMAN, TÜRKİYE^{1,2,3}

Özet

Bu çalışmanın amacı, ilaçla ilişkili çene kemiği osteonekrozu (MRONJ) tedavisi ve yönetimi alanında yayımlanan bilimsel çalışmaların bibliyometrik analizini yaparak yayın eğilimlerini, araştırma yoğunluğunu ve öne çıkan tematik odakları ortaya koymaktır. Bibliyometrik analiz, Scopus veri tabanında 2020–2025 yılları arasında yayımlanan çalışmalar üzerinde gerçekleştirilmiştir. “Medication-related osteonecrosis of the jaws”, “MRONJ”, “treatment” ve “management” anahtar kelimeleri kullanılarak yapılan tarama sonucunda toplam 499 yayın analiz kapsamına alınmıştır. Veriler CSV formatında dışa aktarılmış ve R yazılımı tabanlı Bibliometrix paketi ile Biblioshiny arayüzü kullanılarak değerlendirilmiştir. Yıllık bilimsel üretim, doküman türleri, atıf göstergeleri, uluslararası iş birliği oranları ve anahtar kelime eğilimleri analiz edilmiştir. Analiz edilen 499 yayının %76’sını orijinal araştırma makaleleri, %20’sini derleme makaleler ve %2’sini kitap bölümleri oluşturmuştur. Yıllık ortalama bilimsel büyüme oranı %10,17 olarak hesaplanmış, 2025 yılı 112 yayın ile en yüksek üretimin gözlemlendiği yıl olmuştur. Dokümanların ortalama yaşı 3,28 yıl, belge başına ortalama atıf sayısı ise 9,60 olarak belirlenmiştir. Anahtar kelime analizi, “terapi”, “ilaç tedavisi” ve “etiyojoloji” kavramlarının 2024–2025 döneminde yükselen araştırma temaları olduğunu göstermiştir. Uluslararası ortak yazarlık oranı %15,63 olarak saptanmıştır. MRONJ tedavisi ve yönetimi alanındaki bilimsel yayınların son yıllarda belirgin bir artış gösterdiği ve araştırmaların özellikle tedavi yaklaşımları ve risk faktörleri etrafında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu bibliyometrik analiz, alanın mevcut araştırma dinamiklerini ortaya koyarak gelecekteki çalışmalar için yol gösterici bir çerçeve sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: MRONJ, Bibliyometrik Analiz, Ağız Diş ve Çene Cerrahisi, Bilimsel Üretim.

Treatment and Management of Medication-Related Osteonecrosis of the Jaws: A Bibliometric Analysis (2020–2025)

Abstract

The aim of this study was to perform a bibliometric analysis of scientific literature on the treatment and management of Medication-Related Osteonecrosis of the Jaws (MRONJ) in order to identify publication

trends, research intensity, and emerging thematic focuses. A bibliometric analysis was conducted on studies published between 2020 and 2025 in the Scopus database. A total of 499 publications were retrieved using the keywords “medication-related osteonecrosis of the jaws,” “MRONJ,” “treatment,” and “management.” The retrieved records were exported in CSV format and analyzed using the Bibliometrix package and its web-based interface, Biblioshiny, developed in the R programming environment. Annual scientific production, document types, citation indicators, international collaboration rates, and keyword trends were evaluated. Of the 499 analyzed publications, 76% were original research articles, 20% were review articles, and 2% were book chapters. The annual scientific growth rate was calculated as 10.17%, with 2025 representing the year of highest productivity with 112 publications. The average document age was 3.28 years, and the mean citation rate per document was 9.60. Keyword analysis revealed that “therapy,” “drug therapy,” and “etiology” emerged as rising research themes during the 2024–2025 period. The rate of international co-authorship was found to be 15.63%. The scientific literature on MRONJ treatment and management has shown a marked increase in recent years, with research primarily focusing on therapeutic strategies and risk-related factors. This bibliometric analysis provides a comprehensive overview of the current research landscape and offers a structured perspective to guide future studies in the field.

Keywords: MRONJ, Bibliometric Analysis, Oral and Maxillofacial Surgery, Scientific Production.

1. Giriş

İlaçla ilişkili Çene Kemiği Osteonekrozu (MRONJ), kemik metabolizmasını modüle eden antiresorptif (bisfosfonatlar, denosumab) veya anti-anjiyojenik (bevacizumab, sunitinib) ilaç kullanan hastalarda görülen ciddi bir komplikasyondur¹. Hastalık, maksillofasiyal bölgede sekiz haftadan uzun süre iyileşmeyen nekrotik kemiğin açığa çıkmasıyla karakterizedir. Patogenezinde kemik döngüsünün aşırı baskılanması, anjiyogenez inhibisyonu ve immün modülasyon gibi faktörler rol oynamaktadır².

Son yıllarda onkoloji ve osteoporoz yönetiminde bu ilaçların kullanımının artması, MRONJ vakalarının klinik karmaşıklığını da artırmıştır^{3,4}. Günümüzde klinisyenler sadece mevcut nekrozu tedavi etmekle kalmayıp, hastanın sistemik durumunu bozmadan komplikasyonları yönetmek gibi zorlu bir görevle karşı karşıyadır^{5,6}. Ancak, literatürdeki bilgi birikimi o kadar hızlı artmaktadır ki, bu birikimin sistematik bir şekilde analiz edilmesi, mevcut eğilimlerin anlaşılması ve gelecekteki araştırma ihtiyaçlarının belirlenmesi zorunlu hale gelmiştir^{7,8}.

Bibliyometrik analiz, belirli bir bilimsel disiplindeki yayın performansını, yazarlar arası iş birliğini ve trend konuları nicel yöntemlerle inceleyen güçlü bir araçtır. Bu çalışma, 2020-2025 yılları arasındaki MRONJ literatürünü analiz ederek, alanın mevcut durumunu ve gelecekteki yönelimlerini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

2. Materyal Ve Metot

Bu çalışma, İlaçla ilişkili Çene Kemiği Osteonekrozu (MRONJ) tedavisi ve yönetimi alanındaki bilimsel yayınların bibliyometrik profilini ve araştırma dinamiklerini sistematik olarak ortaya koymak amacıyla tasarlanmıştır. Bibliyometrik analiz, bilimsel ilerlemenin nicel göstergelerini sağlayarak alanın entelektüel yapısını, iş birliği ağlarını ve kavramsal evrimi anlamlandırmaya olanak tanır.

Veri Kaynağı ve Arama Stratejisi

Araştırmanın veri kaynağı olarak, multidisipliner bilimsel yayınların indekslendiği ve geniş atıf kapsamıyla bilinen Scopus veri tabanı seçilmiştir. Veri toplama işlemi 25 Ocak 2026 tarihinde gerçekleştirilmiş; 1 Ocak 2020 ile 31 Aralık 2025 tarihleri arasında yayımlanan tüm dokümanlar analiz kapsamına alınmıştır. MRONJ tedavisi ve yönetiminin çok boyutlu doğasını yansıtmak üzere tasarlanan arama stratejisi, başlık, özet ve anahtar kelime alanlarında aşağıdaki sorgu dizesi kullanılmıştır:

TITLE-ABS-KEY ("medication-related osteonecrosis of the jaw" OR "mronj") AND TITLE-ABS-KEY ("treatment" OR "management" OR "therapy" OR "surgical intervention*" OR "conservative management" OR "protocol*" OR "clinical approach*") AND PUBYEAR> 2019 AND PUBYEAR <2026

Bu arama stratejisi sonucunda toplam 499 döküman tanımlanmış ve tüm bibliyografik veriler (yazar, başlık, yayın yılı, dergi, kurum, ülke, anahtar kelimeler, referanslar) ileri analiz için CSV formatında dışa aktarılmıştır.

Bibliyometrik Analiz Metodolojisi

Toplanan verilerin bibliyometrik analizi ve bilimsel haritalama işlemleri R programlama dili (sürüm 4.3.1) tabanlı, açık kaynak kodlu Bibliometrix paketi ve bu paketin web tabanlı arayüzü olan Biblioshiny platformu aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Bu araçlar, bilimsel literatürün performans göstergelerini, entelektüel yapısını ve iş birliği dinamiklerini analiz etmek için kapsamlı ve bütünleşmiş fonksiyonlar sunmaktadır. Yıllık bilimsel üretim eğilimleri, yıllık büyüme oranı, döküman türlerinin dağılımı, ortalama atıf sayısı, belge yaşı ve atıf göstergeleri (h-indeksi, g-indeksi) incelenmiştir. Ayrıca Bradford Yasası uyarınca çekirdek dergiler belirlenmiş; en üretken yazarlar, kurumlar ve ülkeler nicel olarak değerlendirilmiştir. Anahtar kelime eş-oluşum(co-occurrence) analizi ve tematik haritalama (thematic mapping) yöntemleriyle alandaki temel araştırma temalarının, motor konuların (driving topics), niş araştırmaların ve gelişmekte olan trendlerin belirlenmesi yapılmıştır. Bu analitik yaklaşım, alanın kavramsal çerçevesini ve araştırma odaklarının zamansal evrimini ortaya koymaktadır.

Sosyal ağ analizi yöntemleriyle yazarlar, kurumlar ve ülkeler arasındaki iş birliği ağları görselleştirilmiş; uluslararası iş birliği oranları ve iş birliği yoğunlukları incelenmiştir.

Bulgular, tanımlayıcı istatistikleri içeren tablolar, frekans dağılımları ve alanın kavramsal yapısını gösteren bilimsel haritalar (co-occurrence maps, thematic maps, collaboration networks) aracılığıyla sunulmuştur.

3. Bulgular

2020-2025 dönemine ait temel bibliyometrik göstergeler incelendiğinde, MRONJ literatürünün dinamik ve büyüyen bir araştırma alanı olduğu görülmektedir. Analiz kapsamına alınan 499 doküman, yıllık %10,17'lik kayda değer bir büyüme oranı sergilemiştir. Bu dokümanların ortalama yaşı 3,28 yıl olup, doküman başına düşen ortalama atıf sayısı 9.601 olarak saptanmıştır⁹. Bu yüksek atıf ortalaması alandaki yayınların bilimsel topluluk tarafından yakından takip edildiğini ve referans alındığını göstermektedir. Toplam 2354 yazarın katkı sağladığı bu literatürde, uluslararası iş birliği oranı %15,63 seviyesinde kalmıştır. Bu durum, MRONJ araştırmalarının büyük ölçüde ulusal veya bölgesel iş birlikleri içinde yürütüldüğünü, ancak küresel çapta daha fazla ortak çalışmaya ihtiyaç duyulduğunu işaret etmektedir.

Analiz kapsamındaki 499 doküman 54 ülkeden araştırmacılar tarafından yayımlanmıştır. İtalya (310 yayın), Japonya (219 yayın) ve Çin (149 yayın) alanın bilimsel liderliğini oluşturmakta, bu üç ülke toplam üretimin %55'ini temsil etmektedir. Avrupa bölgesinde İtalya'nın ardından Almanya (85 yayın), Birleşik Krallık (72 yayın) ve Fransa (57 yayın) önemli katkı sağlamaktadır. Asya-Pasifik bölgesinde Güney Kore (80 yayın) öne çıkmakta, Amerika kıtasından ABD (129 yayın) ve Brezilya (121 yayın) başlıca araştırma merkezleridir. Türkiye 47 yayın ile küresel sıralamada 10. konumdadır.

Yıllık yayın performansı incelendiğinde, 2025 yılının 112 yayınlı zirveye ulaştığı görülmektedir. Yıllık yayın performansı analizi, incelenen altı yıllık süreçte bilimsel çıktının istikrarlı bir ivme kazandığını ortaya koymaktadır. 2020 yılında 69 yayınlı başlayan süreç, 2021 yılında 89 yayına ulaşarak ilk önemli sıçramasını gerçekleştirmiştir. 2022 (69 yayın) ve 2023 (72 yayın) yıllarında daha stabil bir seyir izleyen literatür, 2024 yılından itibaren tekrar yükselişe geçerek 88 yayına ulaşmıştır. Analiz periyodunun son yılı olan 2025 ise, 112 yayınlı tüm zamanların en yüksek üretim kapasitesine (zirve) ulaşmıştır. Bu periyodik büyüme trendi, MRONJ yönetimindeki klinik karmaşıklığın ve yeni tedavi modalitelerine olan ihtiyacın akademik dünyadaki yansıması olarak değerlendirilmektedir¹⁰.

Bradford Yasası uyarınca gerçekleştirilen kaynak yoğunlaşma analizi, MRONJ literatürünün belirli çekirdek dergiler etrafında yapılandığını göstermektedir. Analiz sonuçlarına göre toplam bilimsel üretimin üçte biri (%33) sadece 15 çekirdek dergide (Zone 1) toplanmıştır. Özellikle International Journal of Environmental Research and Public Health ve Journal of Clinical Medicine (her biri 17 yayın) literatürün en üretken kaynakları olarak öne çıkmaktadır^{11,12}. Bu dergilerin disiplinler arası

(multidisipliner) doğası, MRONJ araştırmalarının artık salt diş hekimliği sınırlarını aşarak genel tıp ve halk sağlığı perspektifine evrildiğini kanıtlamaktadır. Dergi etki analizinde ise J. Oral Maxillofacial Surgery, 822 toplam atıf ve yüksek h-indeksi ile alanın cerrahi temelli otorite kaynağı olma özelliğini sürdürmektedir. Bu bibliyometrik dağılım, araştırmacıların yüksek etki faktörlü ve geniş erişimli açık erişim dergileri tercih etme eğiliminde olduğunu göstermektedir.

Yazar bazlı etki analizi sonuçları literatürün belirli akademik otoriteler tarafından domine edildiğini ortaya koymaktadır. Yerel atıf (Local Citations) verilerine göre Ruggiero SL, 448 atıf ile alanın en etkili figürü olarak saptanmıştır^{1,18}. Bu durum, yazarın AAOMS pozisyon bildirileri gibi klinik standartları belirleyen çalışmalarındaki belirleyici rolüyle ilişkilendirilmektedir. Khan AA ve Otto S gibi isimler ise onkoloji ve cerrahi protokoller alanındaki yüksek yayın hacimleri ve spesifik etki alanlarıyla literatürün gelişimine yön veren diğer önemli aktörler olarak belirlenmiştir^{4,7}.

Tablo1: Popüler yazarlar ve atıf sayıları

Yazar	Yerel Atıf	Yayın Sayısı	Etki Alanı
Ruggiero SL	448	11	Klinik Kılavuzlar
Khan AA	66	4	Onkoloji/Osteoporoz
Otto S	57	10	Cerrahi Protokoller
Nicolatou-Galitis D	48	6	Tanı ve Önleme
Aghaloo T	43	6	Patogenez

Scopus veri tabanından elde edilen en sık kullanılan terimlerin kavramsal yoğunluğu tabloda sunulmuştur. Metodolojik olarak,"Human", "Article", "Male/Female" gibi veri tabanı tarafından otomatik atanan ve klinik özgünlük taşımayan genel terimler filtrelenmiş; doğrudan MRONJ yönetimiyle ilişkili klinik anahtar kelimelere odaklanılmıştır²⁰.

Tablo2: Kavramların kullanım frekansı

Klinik Anahtar Kelime	Frekans	Trend Durumu	Klinik Odak
Osteonecrosis	342	Temel	Genel Tanımlama
Bisphosphonate-Associated	215	Stabil	Etiyolojik Ajanlar
Zoledronic Acid	196	Artış	Onkolojik Doz Yönetimi
Surgery / Surgical Treatment	188	Yükselen	Aktif Müdahale
Denosumab	142	Artış	Modern Antiresorptifler
Platelet-Rich Fibrin (PRF)	96	Zirve	Rejeneratif Destek
Photobiomodulation	78	Artış	Lazer Terapisi

MRONJ literatürünün kavramsal evrimini net bir şekilde ortaya koymaktadır. Literatürün odağının salt etiyolojik tanımlamalardan(Osteonecrosis, Bisphosphonates) aktif tedavi modalitelerine (Surgery, PRF, Photobiomodulation) kaydığını göstermektedir^{11,21}. Özellikle 2023-2025 döneminde "Surgery" ve "PRF" terimlerinin frekansındaki artış, klinisyenlerin rejeneratif cerrahi protokolleri standart tedavi şemalarına entegre etme eğiliminde olduğunu kanıtlamaktadır^{11,22}. Zoledronik asit ve Denosumab gibi spesifik ajanların yüksek frekansta seyretmesi ise, bu ilaçların klinik pratikteki yaygınlığına bağlı olarak gelişen komplikasyon yönetimi ihtiyacını yansıtmaktadır²⁶.

MRONJ alanındaki bilimsel birikimin yönünü tayin eden temel çalışmalar incelendiğinde, yüksek atıf oranlarının doğrudan klinik rehber ve pozisyon belgelerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Ruggiero

SL ve Yarom N gibi otoritelerin liderliğinde hazırlanan bu dokümanlar, küresel ölçekte tanı ve tedavi algoritmalarının ana referans kaynağı olarak kabul edilmektedir^{1,2}. Tabloda sunulan bu çalışmalar, literatürün entelektüel temelini oluşturmakta ve güncel araştırmalar için metodolojik bir çerçeve sunmaktadır.

Tablo3: Yıllara göre yazarların atıf sayısı

Doküman	Toplam Atıf	Yıl	Ana Odak
Ruggiero SL et al.	1219	2022	AAOMS Pozisyon Belgesi
Yarom N et al.	482	2019	MASCC/ISOO Kılavuzu
Nicolatou-Galitis D et al.	135	2019	Tanı ve Tanımlama
Khan AA et al.	98	2024	Uluslararası Görev Gücü
Kim JW et al.	46	2021	Klinik Yönetim

4. Tartışma

Bu bibliyometrik analizden elde edilen veriler, MRONJ literatürünün 2020-2025 yılları arasında sadece nicel bir artış göstermediğini, aynı zamanda klinik odak noktalarının da stratejik bir değişim geçirdiğini kanıtlamaktadır¹⁷. Bulgularımızda görülen yıllık %10,17'lik büyüme oranı, MRONJ'un modern tıptaki önemini koruduğunu göstermektedir. Bibliyometrik analizler, diş hekimliğinin farklı alanlarındaki bilimsel literatür eğilimlerini ve gelişimini değerlendirmek için etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır¹³.

MRONJ araştırmalarının **episentrumu** konumunda yer alan İtalya (310 yayın), yüksek yayın sayısını onkoloji ve osteoporoz yönetiminde antiresorptif ilaçların yaygın klinik kullanımı, yüksek MRONJ insidansı ve bu konuya yönelik multidisipliner akademik odaklanma ile sağlamaktadır. Özellikle minimal invaziv cerrahi teknikleri ve rejeneratif terapötik yaklaşımlara yönelik sistematik çalışmalar, İtalya'nın bilimsel liderliğini pekiştirmektedir^{24,25}. Çin'de gözlenen yayın artışı ise, kanser hastalarında kemik metastazlarının yönetimi amacıyla antiresorptif ilaçların kullanımının hızla yaygınlaşmasının doğrudan bir sonucu olabilir. Türkiye'nin 47 yayın ile 10. sırada konumlanması, ülkenin MRONJ tedavisi ve yönetiminde cerrahi inovasyonlara ve rejeneratif protokollere yönelik artan ilgisini, akademik kurumların kapasitesinin geliştiğini ve uluslararası araştırma çerçevesindeki katılımının güçlendiğini işaret etmektedir. Japonya (219 yayın) ise ikinci sırada yer almakta olup, bu durum ülkenin yüksek yaşlı nüfus oranı, artan osteoporoz prevalansı ve buna bağlı olarak antiresorptif ilaç kullanımının yaygınlaşmasıyla ilişkilidir²⁶.

İtalya ve ABD'nin literatürdeki baskınlığı, bu ülkelerin sağlık sistemlerindeki spesifik yönelimlerle açıklanabilir^{23,24}. İtalya'nın liderliği, özellikle SIPMO ve SICMF gibi ulusal cemiyetlerin MRONJ tanısında "kemik açığa çıkması" şartını aramayan daha hassas bir evreleme sistemi geliştirmesinden kaynaklanıyor olabilir. Bu durum, İtalyan araştırmacıların daha fazla "Evre 0" vakası tanımlamasına ve dolayısıyla daha fazla klinik veri üretmesine yol açmıştır. ABD'nin yüksek üretim kapasitesi ise Ruggiero SL liderliğindeki AAOMS kılavuzlarının küresel "altın standart" olarak kabul edilmesinin bir sonucu olabilir^{1,25}. Amerikan ekolü, literatürün teorik çerçevesini çizdiği için doğal bir atıf miktatısı haline gelmiş olabilir. Yerel atıf analizinde Ruggiero SL'nin 448 yerel atıf ile diğer yazarlara muazzam bir fark atması, akademik otoritenin "klinik kılavuz yapıcı" rolüyle doğrudan ilişkilendirilebilir²⁵. Bu durumun temel nedeni, MRONJ yönetiminin hala yüksek derecede belirsizlik içermesi ve klinisyenlerin hukuki/tıbbi güvenlik amacıyla en çok kabul gören protokollere (AAOMS) sığınmak istemesinden kaynaklanabilir¹. Otto S'nin yayın sayısının Ruggiero 'a yakın olmasına rağmen atıf sayısının daha düşük kalması, Avrupa ekolünün daha çok "cerrahi teknik" odaklı kalmasından, Amerikan ekolünün ise "tanısal çerçeve" sunmasından kaynaklanmış olabilir⁷.

Bradford Yasası uyarınca belirlenen çekirdek dergiler (IJERPH ve JCM), MRONJ literatürünün artık sadece diş hekimliği dergileriyle sınırlı kalmadığını kanıtlayabilir^{11,12}. Bu dergilerin "Genel Tıp" ve "Halk Sağlığı" kategorisinde olması, MRONJ'un onkoloji, romatoloji ve endokrinoloji disiplinlerini de içeren multidisipliner bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edildiğinin somut bir göstergesi olabilir^{14,19}. J. Oral Maxillofacial Surgery dergisinin en yüksek toplam atıf sayısına sahip olması ise, cerrahi branşın hala bu hastalığın yönetimindeki nihai karar verici otorite olduğunu doğrulayabilir¹⁸.

2024-2025 döneminde "Cerrahi Yönetim" ve "PRF" kavramlarının zirveye ulaşması, literatürde 2010'lu yıllardaki "konservatif bekleyiş" yaklaşımının yerini "erken ve aktif müdahale"ye bıraktığını gösterebilir. Bu değişimin temel nedeni, biyolojik yardımcıların (PRF, Lazer) cerrahi başarı oranlarını %90'ın üzerine çıkarması ve hastaların yaşam kalitesini artırma talebinden olabilir^{11,12}.

Türkiye, bu süreçte özellikle cerrahi vaka yönetimi ve rejeneratif materyal kullanımı üzerine yoğunlaşan yayınlarıyla küresel literatürdeki cerrahi yönelimi destekleyen stratejik bir ivme kazanmış olabilir. Ayrıca, modern antiresorptiflerin (Denosumab gibi) kullanımındaki artış, literatürde yeni bir risk profili oluşturmuş ve bu durum araştırmacıları daha dinamik önleyici stratejiler geliştirmeye sevk etmiş olabilir^{5,10}. Gelecekteki araştırmaların, yapay zekâ destekli erken teşhis sistemleri ve kişiselleştirilmiş genetik biyobelirteçler üzerine yoğunlaşarak MRONJ yönetimini "hassas tıp" disiplinine taşıyacağı ve bu sürecin küresel akademik iş birlikleriyle daha da hızlanacağı öngörülebilir¹⁶.

5. Sonuç

Bu bibliyometrik analiz, MRONJ tedavisi ve yönetimi alanındaki bilimsel yayınların 2020-2025 yılları arasında önemli bir büyüme gösterdiğini ve klinik odak noktasının konservatif yaklaşımlardan biyolojik destekli cerrahi protokollere dayalı yeni bir paradigmaya evrildiğini kesin olarak kanıtlamaktadır¹⁷. Küresel ölçekte Amerika ekolü, Ruggiero SL liderliğindeki AAOMS kılavuzlarıyla tanısal ve yasal bir çerçeve sunarak literatürün teorik otoritesini korurken; İtalya merkezli Avrupa ekolü, daha hassas evreleme sistemleri ve minimal invaziv cerrahi inovasyonlarıyla klinik veri üretiminde liderliği ele geçmiştir^{14,15}. Bradford Yasası uyarınca belirlenen çekirdek dergilerin diş hekimliği dışındaki multidisipliner alanlara kayması, MRONJ yönetiminin artık bir halk sağlığı sorunu olarak onkoloji ve romatoloji ile entegre edildiğini göstermektedir¹¹. 2024-2025 trendlerinde zirveye çıkan PRF ve lazer destekli cerrahi kavramları, klinisyenlerin konservatif yaklaşımlardan ziyade biyolojik başarıyı artıran aktif müdahalelere yöneldiğini doğrulamaktadır¹². Gelecekteki araştırmaların, yapay zeka destekli erken teşhis sistemleri ve kişiselleştirilmiş genetik biyobelirteçler üzerine yoğunlaşarak MRONJ yönetimini "hassas tıp" disiplinine taşıyacağı ve bu sürecin dinamik merkezler için geniş bir akademik gelişim alanı sunduğu öngörülmektedir¹⁶.

KAYNAKLAR

1. Ruggiero SL, Dodson TB, Aghaloo T, et al. American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons' Position Paper on Medication-Related Osteonecrosis of the Jaws—2022 Update. J Oral Maxillofac Surg. 2022;80(5):920-943.
2. Yarom N, Shapiro CL, Albrecht JS, et al. Medication-Related Osteonecrosis of the Jaw: MASCC/ISOO/ASCO Clinical Practice Guideline. J Clin Oncol. 2019;37(25):2270-2290.
3. Nicolatou-Galitis D, Schiødt M, Mendes RA, et al. Medication-related osteonecrosis of the jaw: definition and best practice for prevention, diagnosis, and treatment. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol. 2019;127(2):117-135.
4. Khan AA, Morrison A, Hanley DA, et al. Diagnosis and Management of Osteonecrosis of the Jaw: A Systematic Review and International Consensus. J Bone Miner Res. 2015;30(1):3-23.
5. Kim JW, Kong KA, Kim SJ, et al. Medication Related Osteonecrosis of the Jaw: 2021 Update. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg. 2021;47(6):411-422.
6. Aghaloo T, Hazboun R, Tetradis S. Pathophysiology of Osteonecrosis of the Jaws. Oral Maxillofac Surg Clin North Am. 2015;27(4):489-496.

7. Otto, S., Pautke, C., Van den Wyngaert, T., Niepel, D., & Schiødt, M. (2018). Medication-related osteonecrosis of the jaw: Prevention, diagnosis and management in patients with cancer and bone metastases. *Cancer treatment reviews*, 69, 177-187.
8. Rosella D, Papi P, Giardino R, et al. Medication-related osteonecrosis of the jaw: Clinical and practical guidelines. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2016;6(2):97-104.
9. Aljohani, S., Fliefel, R., Ihbe, J., Kühnisch, J., Ehrenfeld, M., & Otto, S. (2017). What is the effect of anti-resorptive drugs (ARDs) on the development of medication-related osteonecrosis of the jaw (MRONJ) in osteoporosis patients: A systematic review. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 45(9), 1493-1502.
10. Di Fede, O., Panzarella, V., Mauceri, R., Fusco, V., Bedogni, A., Lo Muzio, L., ... & Campisi, G. (2018). The dental management of patients at risk of medication-related osteonecrosis of the jaw: new paradigm of primary prevention. *BioMed research international*, 2018(1), 2684924.
11. Giudice, A., Antonelli, A., Muraca, D., & Fortunato, L. (2020). Usefulness of advanced-platelet rich fibrin (A-PRF) and injectable-platelet rich fibrin (i-PRF) in the management of a massive medication-related osteonecrosis of the jaw (MRONJ): A 5-years follow-up case report. *Indian Journal of Dental Research*, 31(5), 813-818.
12. Tenore, G., Mohsen, A., Del Vecchio, A., Palaia, G., Rocchetti, F., Borghetti, L., ... & Romeo, U. (2025). Surgical extraction with photobiomodulation as an adjunctive modality in patients at-risk for medication-related osteonecrosis of the jaw: retrospective study. *BMC Oral Health*, 25(1), 627.
13. Özmen, E. E., & Ünüvar, B. S. (2025). Bibliometric analysis of articles on exercise in temporomandibular joint dysfunction.
14. Campisi G, Mauceri R, Bertoldo F, et al. Medication-Related Osteonecrosis of Jaws (MRONJ) Prevention and Diagnosis: Italian Consensus Update 2020. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(16):5998.
15. Bedogni A, Fusco V, Agrillo A, et al. Learning from experience. Proposals of a refined staging system for bisphosphonate-related osteonecrosis of the jaw (BRONJ). *Oral Oncol*. 2012;48(9):774-780.
16. Marcianò A, Netto AC, Gatti DR, et al. Bibliometric analysis of medication-related osteonecrosis of the jaw: A 20-year perspective. *J Oral Pathol Med*. 2023;52(4):301-310.
17. Gupta S, Gupta H, Gupta A, et al. Bibliometric analysis of the 100 most cited articles on medication-related osteonecrosis of the jaw. *J Oral Biol Craniofac Res*. 2021;11(2):294-300.
18. Ruggiero SL. Diagnosis and Staging of Medication-Related Osteonecrosis of the Jaw. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*. 2015;27(4):479-487.
19. Khan AA, Morrison A, Kendler DL, et al. Case-Based Review of Osteonecrosis of the Jaw (ONJ) and Application of the International Recommendations for Management From the International Task Force on ONJ. *J Clin Densitom*. 2017;20(1):8-24.
20. Wang, Q., et al. (2024). Bibliometric analysis of medication-related osteonecrosis of the jaw from 2003 to 2023. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*.
21. Mikušková, K., et al. (2025). Early surgical therapy for managing medication-related osteonecrosis of the jaw: A systematic review.
22. Baghalipour, N., Moztarzadeh, O., et al. (2025). Comprehensive review of prevention and management strategies for medication-related osteonecrosis of the jaw (MRONJ). *Oral Health and Preventive Dentistry*, 23, 45–58.
23. Patel, N., et al. (2024). Management of medication-related osteonecrosis of the jaw: A critical review of international guidelines. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 62(3), 245–252.
24. Fusco, V., et al. (2025). ONJ (MRONJ) update 2024: Osteonecrosis of the jaw related to bisphosphonates and other drugs. *Diagnostics*, 15(2), 25.

25. Bouland, C. L., et al. (2024). Treatment of medication-related osteonecrosis of the jaw using autologous AT-SVF within an L-PRF scaffold. *Frontiers in Cell and Developmental Biology*, 12, 1338376.
26. Reid, I. R. (2021). Revisiting osteoporosis guidelines. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 9(12), 805-806.

Presentation ID / Sunum No= 68

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-7640-8243

Anteior Bölgedeki Eski Restorasyonların ve Diş Estetiğinin Yeniden Rehabilitasyonu: E.Max Laminate Veneer ve Zirkonya Sabit Bölümlü Protez ile Vaka Sunumu

46

Inst. Dr. Ayşegül Hazır¹, Inst. Berna Bişkin Dinçer¹, Inst. Seda Nur Bozkurt¹, Exp. Nazmi Dinçer²

¹Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dişçilik Hizmetleri Bölümü

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

*Corresponding author: Ayşegül HAZIR

Özet

Bu vaka sunumunda, eski restorasyonların estetik yetersizliği, çapraşık diş dizilimi ve deep bite problemi olan bir hastanın, modern seramik materyaller kullanılarak minimal invaziv yaklaşımla estetik ve fonksiyonel rehabilitasyonunun sunulması amaçlanmıştır. Hasta kliniğimize eski restorasyonlarının değiştirilmesi ve anterior bölge estetik şikayetiyle başvurmuştur. Klinik ve radyolojik muayenede, marjinal uyumsuzluk gösteren eski sabit bölümlü protezler, santral keserlerde çapraşıklık, deep bite, oklüzyon düzleminde asimetri ve çeşitli bölgelerde çürük lezyonları tespit edilmiştir. Tedavi planlaması, FDI sistemine göre 14-17 numaralı dişler arası ve 22-26 numaralı dişler arası zirkonya sabit bölümlü protez, 13-12-11-21 numaralı dişler için e.max laminate veneer şeklinde oluşturulmuştur. Laminate veneer preparasyonlarında minimal invaziv yaklaşım ile 0.5 mm'yi geçmeyen mine preparasyonu yapılmış, gingival seviyede chamfer marjin oluşturulmuştur. Lityum disilikat cam seramik (IPS e.max Press) kullanılarak laminate veneer restorasyonlar pres tekniği ile üretilmiş, zirkonya altyapılı sabit bölümlü protezler ise CAD/CAM teknolojisi ile tasarlanmıştır. Adeziv simantasyon protokolünde, seramik yüzeylere hidroflorik asit uygulaması, silan bağlayıcı ajan kullanımı ve dual-cure rezin siman ile simantasyon gerçekleştirilmiştir. Zirkonya restorasyonlar ise konvansiyonel cam iyonomer siman ile simante edilmiştir. Bu vaka, kompleks anterior estetik problemlerin minimal invaziv yaklaşım, uygun materyal seçimi ve titiz uygulama protokolleri ile başarılı bir şekilde tedavi edilebileceğini göstermektedir. E.max laminate veneerler ve zirkonya sabit bölümlü protezlerin kombinasyonu, estetik ve fonksiyonel açıdan mükemmel klinik sonuçlar sağlamıştır. Ancak, uzun dönem başarı için düzenli takip ve oral hijyen bakımı önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Laminate Veneer, Lityum Disilikat, Anterior Estetik Rehabilitasyon, Deep Bite

Rehabilitation of Old Restorations and Dental Aesthetics in the Anterior Region: Case Presentation With E.Max Laminate Veneer and Zirconia Fixed Partial Denture

Abstract

The aim of this case report is to present the aesthetic and functional rehabilitation of a patient presenting with aesthetic insufficiency of old restorations, crowding, and deep bite, utilizing modern ceramic materials via a minimally invasive approach. The patient presented to our clinic with complaints regarding anterior aesthetics and a request for the replacement of existing restorations. Clinical and radiographic examinations revealed old fixed partial dentures (FPDs) with marginal discrepancy, crowding in the central incisors, deep bite, asymmetry in the occlusal plane, and caries lesions in various regions. The treatment plan was formulated according to the FDI system: fixed partial zirconia prostheses for teeth 14-17 and 22-26, and e.max laminate veneers for teeth 13-12-11-21. A minimally invasive preparation approach was utilized for the laminate veneers, involving enamel preparation not exceeding 0.5 mm and the establishment of a chamfer finish line at the gingival level. Laminate veneer restorations were fabricated from lithium disilicate glass-ceramic (IPS e.max Press) using the heat-pressing technique, while zirconia-based FPDs were designed using CAD/CAM technology. The adhesive cementation protocol included hydrofluoric acid etching of the ceramic surfaces, application of a silane coupling agent, and cementation with a dual-cure resin cement. Zirconia restorations were cemented using conventional glass-ionomer cement. This case demonstrates that complex anterior aesthetic problems can be successfully treated through a minimally invasive approach, appropriate material selection, and meticulous application protocols. The combination of E.max laminate veneers and zirconia FPDs provided excellent clinical results in terms of aesthetics and function. However, regular follow-up and oral hygiene maintenance are crucial for long-term success.

Keywords: Laminate Veneer, Lithium Disilicate, Anterior Aesthetic Rehabilitation, Deep Bite

Giriş

Anterior bölge diş estetiği, hastaların yaşam kalitesini ve özgüvenini doğrudan etkileyen önemli bir faktördür.¹ 21. yüzyıl diş hekimliğinin temel prensibi, sağlam diş dokusunun maksimum düzeyde korunmasıdır.² Modern estetik diş hekimliğinde laminate veneerler, geleneksel tam kuronların gerektirdiği 1.5-2 mm preparasyona karşın, minimal invaziv bir yaklaşım olup bu alanda öne çıkmaktadır. Seramik laminate veneerler, 1980'li yıllardan bu yana anterior bölge estetik rehabilitasyonunda güvenilir bir tedavi seçeneğidir. Porselenin diş yapısına adeziv bağlanması sayesinde, minimal preparasyon ile mükemmel estetik sonuçlar elde edilebilmektedir.³ Özellikle 0.3-0.7 mm kalınlığında hazırlanabilen laminalar, diş dokusunun maksimum düzeyde korunmasını sağlamaktadır. Feldspatik porselen ile başlayan lamina uygulamaları, günümüzde lityum disilikat cam seramikler ile zirveye ulaşmıştır. E.max materyali, fleksural dayanım, mükemmel optik özellikleri ve yüksek biyouyumluluğu ile anterior restorasyonlarda altın standart haline gelmiştir.⁴ Literatürde, e.max laminaların 10 yıllık takiplerde %95'in üzerinde başarı oranı gösterdiği bildirilmiştir.^{5,6} Posterior bölgede ise, zirkon restorasyonlar yüksek dayanıklılık özellikleri ve estetik avantajları nedeniyle tercih edilmektedir. Sailer ve ark. tarafından yapılan sistematik derlemede, zirkonya restorasyonların posterior bölgede %90'ın üzerinde 5 yıllık başarı oranına sahip olduğu gösterilmiştir.⁷

Seramik laminaların uzun dönem başarısı, materyal seçimine bağlı olduğu kadar uygun adeziv protokolün uygulanmasına da bağlıdır. Hidroflorik asit ile seramik yüzeyinin pürüzlendirilmesi, silan uygulaması ve uygun rezin siman seçimi, adeziv bağlantının temel prensipleridir.⁸ Diş yüzeyinin hazırlanmasında total-etch veya self-etch tekniği kullanılabilir. Mine dokusunda total-etch tekniğinin daha güvenilir bağlantı sağladığı bildirilmiştir.³ Dual-cure rezin simanların, özellikle 0.5 mm'den kalın laminalar için tercih edilmesi önerilmektedir.

Anterior bölgedeki estetik rehabilitasyonda başarı için kapsamlı bir değerlendirme gereklidir. Gülme hattı, anterior bölge estetiğinin en önemli parametrelerinden biridir. Tjan ve ark. tarafından yapılan çalışmada, ideal gülüş estetiği için 1-2 mm dişeti görünümü önerilmektedir.⁹ Yüksek gülme hattına sahip hastalarda, dişeti estetiği ve simetrisi kritik öneme sahiptir. İstirahat pozisyonunda diş görünürlüğü, hastanın yaşına ve cinsiyetine bağlı olarak değişmektedir. Genç bireylerde üst kesici dişlerin 3-4 mm'si görülürken, bu miktar yaşla birlikte azalmaktadır.¹⁰ Yüz orta hattı ile dental orta hattın uyumu da estetik açıdan önemli bir faktördür.¹¹

Deep bite, vertikal overbite'ın 3-4 mm'yi aştığı malokluzyon tipidir ve anterior estetik rehabilitasyonda önemli zorluklar oluşturur. Deep bite varlığında, restorasyonlar üzerinde artmış oklüzal kuvvetler oluşmakta ve seramik kırılma riski artmaktadır.¹² Literatürde deep bite yönetimi için farklı yaklaşımlar tanımlanmıştır. Hasanzade ve ark., deep bite'lı aşınmış dentisyona sahip hastaların minimal invaziv yaklaşımla başarılı bir şekilde rehabilite edilebileceğini göstermiştir.¹³ Bu yaklaşımda, anterior dişlerin insizalinden kontrollü kısaltma ve restorasyonlarla dikkatli oklüzal yönetim uygulanmaktadır.

Bu vaka sunumunda, eski restorasyonlarında marjinal uyumsuzluk, çapraşık diş dizilimi ve deep bite problemi olan bir hastanın, e.max laminate veneerler ve zirkon kullanılarak minimal invaziv yaklaşımla estetik ve fonksiyonel olarak rehabilitasyonu sunulmaktadır. Çalışmamız, kompleks anterior estetik problemlerin sistematik yaklaşımla çözümlenebileceğini göstermeyi amaçlamaktadır.

Vaka Sunumu

Bu vaka raporu, Dünya Tabipler Birliği Helsinki Bildirgesi prensiplerine uygun olarak hazırlanmıştır. Hastaya uygulanacak protetik tedavi prosedürleri, kullanılan materyaller ve tedavi süreci hakkında detaylı bilgi verilmiş, tıbbi kayıtların, radyografların ve klinik fotoğrafların bilimsel ve eğitimsel amaçlarla kullanılmasına dair hastadan yazılı Bilgilendirilmiş Onam Formu alınmıştır.

38 yaşında sistemik rahatsızlığı bulunmayan, düzenli ilaç kullanımı ve alerjisi olmayan kadın hasta, kliniğimize eski restorasyonlarının değiştirilmesi ve ön bölge diş estetiği şikayeti ile başvurdu. Hasta, üst dişlerinin genel görünümünden memnun olmadığını belirtti. Ekstraoral muayenede yüz orta hattı ile dental orta hattın uyumlu olduğu görüldü. Yüksek gülme hattı mevcuttu, gülme esnasında anterior dişlerin tamamının yanı sıra değişken miktarlarda dişeti dokusu görülmekteydi. İntraoral muayenede, hastanın eski sabit bölümlü protezlerinde marjinal uyumsuzluk, santral keserlerde çapraşıklık, deep bite, oklüzyon düzleminde asimetri, geniş ve estetik olmayan eski restorasyonlar tespit edildi. Hastadan, maksimum interkuspasyonda cepheden görünüm (Resim 1), maksimum interkuspasyonda profilden görünüm (Resim 2) ve maksilla oklüzal görünüm (Resim 3) fotoğrafları alındı.



Resim 1. Maksimum interkuspasyonda cepheden görünüm



Resim 2. Maksimum interkuspanyonda profilden görünüm



Resim 3. Maksilla oklüzal görünüm

Radyolojik muayenede, çeşitli bölgelerde çürüklerin mevcut olduğu belirlendi (Resim 4).



Resim 4. Panoramik röntgen

Tedavi planlaması; FDI sistemine göre 14-17 numaralı dişler arası ve 22-26 numaralı dişler arası zirkonya sabit bölümlü protez, 13-12-11-21 numaralı dişler laminate veneer şeklinde oluşturuldu.

Preparasyona başlamadan önce, santral keserlerin istirahat halindeki görünür diş miktarını ve daimi restorasyonun insizal bitim sınırını optimize etmek amacıyla insizal bölgesi su soğutması altında

shoulder bir frez yardımıyla 2 mm kısaltıldı (Resim 5). Bu işlem, deep bite probleminin görünürlüğünün azaltılması ve ideal estetik sonuç için önem taşımaktaydı.



Resim 5. 2 mm insizal kısaltma sonrası görünüm

Laminate veneer preparasyonlarında, minimal invaziv yaklaşım uygulandı. Mine dokusunda 0.5 mm'yi geçmeyecek şekilde preparasyon yapıldı. Gingival seviyede chamfer marjin oluşturuldu. Santral dişlerde diastema bulunması nedeniyle preparasyonda proksimal duvarlar palatinale döndürüldü. Bu sayede santral dişler arasındaki temasın doğal diş dokusu ile değil, seramik restorasyonla sağlanması planlandı. Zirkonya köprü preparasyonlarında, destek dişlerde basamaksız kesim uygulandı. Zirkonyanın mekanik özellikleri göz önünde bulundurularak yeterli preparasyon derinliği sağlandı.

Ölçü alım işlemine başlamadan önce marjinal sınırların, ölçüye yansıtılabilmesi için retraksiyon kordu kullanılarak dişetleri retrakte edildi. Ölçü alımında, 2 numaralı dişli prefabrike metal ölçü kaşıkları kullanıldı. İki aşamalı ölçü tekniği ile polivinilsiloksan (Zhermack Elite HD+/Zhermack, İtalya) ölçü maddesi kullanılarak üst çene ölçüsü alındı. Alt çeneden kapanış ölçüsü irreversibl hidrokolloid (Alginoplast, Heraeus Kulzer, Hanau, Almanya) ölçü maddesi ile alındı. Kapanış kaydı pembe mum (Cerewax Modelling Wax, Pera Dental, İstanbul, Türkiye) ile elde edildi. Renk tespiti, bir renk skalası (VITA Toothguide 3D-Master/VITA Zahnfabrik, Almanya) kullanılarak yapıldı. Laboratuvar iletişimi için preparasyon sonrası hastadan fotoğraflar alındı (Resim 6).



Resim 6. Renk seçimi

Lityum disilikat cam seramik (IPS e.max Press, Ivoclar Vivadent, Schaan, Lihtenştayn) kullanılarak laminate veneer restorasyonlar pres tekniği ile üretildi. Zirkonya altyapılı sabit bölümlü protezler ise CAD/CAM teknolojisi ile tasarlandı ve sinterlendi. Final simantasyon öncesinde restorasyonların ağız içi provaları gerçekleştirildi; marjinal uyum, proksimal kontaklar, oklüzal temaslar, konturlar, fonasyon

ve estetik detaylı bir şekilde değerlendirildi. Laminate veneerlerin simantasyon protokolünde adeziv teknik tercih edildi. Restorasyonların iç yüzeyleri %9 hidroflorik asit (Porcelain Etch, Ultradent, Utah, ABD) ile 20 saniye süreyle asitlendi, bol su ile yıkandı ve havayla kurutuldu. Asitlenen yüzeylere silan ajanı (Monobond Plus, Ivoclar Vivadent) uygulanarak 60 saniye reaksiyon süresi beklendi ve ardından hava spreyi ile çözücü buharlaştırıldı. Diş yüzeyleri ise total-etch tekniği ile hazırlandı; mine yüzeyine %37 fosforik asit (N-Etch, Ivoclar Vivadent) 30 saniye süreyle uygulandı, yıkandı ve dentin nemli kalacak şekilde kurutuldu. Ardından adeziv ajan (Adhese Universal, Ivoclar Vivadent) diş yüzeyine uygulandı. Laminate veneerlerin simantasyonunda dual-cure rezin siman (Variolink Esthetic DC, Ivoclar Vivadent) kullanıldı. Restorasyonlar yerleştirildikten sonra artık simanlar temizlendi ve her bir yüzeyden LED ışık cihazı (Valo, Ultradent, ABD) ile 20 saniye süreyle polimerizasyon sağlandı. Zirkonya restorasyonların iç yüzeyleri, retansiyonu artırmak amacıyla 50 mikronluk alüminyum oksit (Al_2O_3) tozu ile kumlandı ve ardından temizlendi. Bu restorasyonların simantasyonunda konvansiyonel cam iyonomer siman (GC Fuji I, GC Corp, Tokyo, Japonya) tercih edildi. Simantasyon işlemlerinin tamamlanmasının ardından oklüzyon kontrol edildi ve hastaya detaylı oral hijyen eğitimi verildi (Resim 7 ve 8).



Resim 7. Tedavi başlangıcından önceki görünüm



Resim 8. Tedavi bitiminden sonraki görünüm

Tartışma

Bu vaka sunumunda, eski restorasyonların estetik olmamasından şikayetçi olan bir hastanın, e.max laminate veneerler ve zirkonya sabit bölümlü protezler kullanılarak başarılı bir şekilde rehabilite edilmesi anlatılmaktadır.

Literatürde, porselen laminate veneerlerin anterior bölge estetik rehabilitasyonunda başarılı bir tedavi seçeneği olduğu uzun dönem takip çalışmaları ile desteklenmektedir. Reis ve ark. tarafından yapılan 12 yılı aşkın takip süresine sahip klinik çalışmada, feldspatik seramik laminaların minimal invaziv yaklaşımla uygulanan anterior restorasyonlarda yüksek başarı ve hasta memnuniyeti sağladığı bildirilmiştir.¹⁴ Benzer şekilde, Gresnigt ve ark., aşınmış anterior dişlerin ince porselen lamina

veneerlerle rehabilitasyonunda minimal invaziv preparasyonun önemini vurgulamıştır.¹⁵ Bu çalışmalar, vakamızda uygulanan 0.5 mm'yi geçmeyen mine preparasyonu yaklaşımının bilimsel temelini oluşturmaktadır.

Deep bite problemi, anterior estetik rehabilitasyonda önemli zorluklar oluşturmaktadır. Hasanzade ve ark., tarafından sunulan vaka raporunda, aşınmış dentisyona sahip deep bite hastasının minimal invaziv yaklaşımla başarıyla tedavi edildiği gösterilmiştir.¹³ Vakamızda uygulanan 2 mm insizal kısaltma, deep bite kaynaklı estetik sorunu maskeleyerek ve restorasyonlar için yeterli yer sağlamak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Rasol ve ark. tarafından yapılan sistematik derlemede, iskeletsel deep bite'lı büyüyen hastalarda farklı ortodontik tedavi yöntemlerinin etkinliği değerlendirilmiş ve multidisipliner yaklaşımın önemi vurgulanmıştır.¹⁶ Bizim vakamızda, protetik yaklaşımla deep bite'in görünürlüğünün başarılı bir şekilde azaltılması, alternatif tedavi seçeneklerinin klinik etkinliğini göstermektedir.

Posterior bölgede kullanılan zirkonya, yüksek mekanik dayanıklılık ve estetik avantajları nedeniyle tercih edilmiştir. Sailer ve ark. tarafından yapılan sistematik derlemede, zirkonya sabit bölümlü protezlerin 5 yıllık sağkalım oranının %90'ın üzerinde olduğu bildirilmiştir.¹⁷ Son dönem çalışmalarda, monolitik zirkonya restorasyonların brüksizm hastalarında bile yüksek başarı oranları gösterdiği rapor edilmektedir. Vakamızda CAD/CAM teknolojisi ile üretilen zirkonya köprülerin kullanımı, modern dental protetik yaklaşımların klinik etkinliğini desteklemektedir.

Adeziv simantasyon protokolünün doğru uygulanması, seramik lamina veneerlerin uzun dönem başarısı için büyük bir öneme sahiptir. Vakamızda, hidroflorik asit ile seramik yüzey pürüzlendirmesi, silan uygulaması ve total-etch tekniği ile mine preparasyonu, önerilen protokollere uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

Vakamızda uygulanan tedavi yaklaşımının bazı limitasyonları bulunmaktadır. Öncelikle, uzun dönem takip sonuçları henüz mevcut değildir ve restorasyonların klinik performansı zaman içinde değerlendirilmelidir. Deep bite probleminin protetik yaklaşımla yönetimi, ortodontik veya cerrahi tedavi seçeneklerine göre daha az invaziv olmakla birlikte, uzun dönem stabilite açısından takip gerektirir. Ayrıca, hastanın oral hijyen alışkanlıkları, restorasyonların ömrünü etkileyebilecek faktörlerdir. Bu nedenle, düzenli kontroller önerilmektedir.

Sonuç

Bu vaka sunumu, eski restorasyonların yetersizliği, çapraşıklık ve deep bite problemleri olan bir hastanın, e.max lamina veneerler ve zirkonya köprüler kullanılarak başarılı bir şekilde rehabilite edilebileceğini göstermektedir. Minimal invaziv yaklaşım, uygun materyal seçimi ve titiz uygulama protokolleri ile estetik ve fonksiyonel açıdan mükemmel sonuçlar elde edilebilir.

Kaynakça

1. Garber DA, Salama MA. The aesthetic smile: diagnosis and treatment. *Periodontol* 2000. 1996;11:18-28. doi:10.1111/j.1600-0757.1996.tb00179.x
2. Edelhoff D, Sorensen JA. Tooth structure removal associated with various preparation designs for anterior teeth. *J Prosthet Dent*. 2002;87(5):503-509. doi:10.1067/mpd.2002.124094
3. Peumans M, Van Meerbeek B, Lambrechts P, Vanherle G. Porcelain veneers: a review of the literature. *J Dent*. 2000;28(3):163-177. doi:10.1016/s0300-5712(99)00066-4
4. Zarone F, Di Mauro MI, Ausiello P, Ruggiero G, Sorrentino R. Current status on lithium disilicate and zirconia: a narrative review. *BMC Oral Health*. 2019;19(1):134. doi:10.1186/s12903-019-0838-x
5. Morimoto S, Albanesi RB, Sesma N, Agra CM, Braga MM. Main Clinical Outcomes of Feldspathic Porcelain and Glass-Ceramic Laminate Veneers: A Systematic Review and Meta-Analysis of Survival and Complication Rates. *Int J Prosthodont*. 2016;29(1):38-49. doi:10.11607/ijp.4315

6. Gurel G, Morimoto S, Calamita MA, Coachman C, Sesma N. Clinical performance of porcelain laminate veneers: outcomes of the aesthetic pre-evaluative temporary (APT) technique. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2012;32(6):625-635.
7. Sailer I, Makarov NA, Thoma DS, Zwahlen M, Pjetursson BE. All-ceramic or metal-ceramic tooth-supported fixed dental prostheses (FDPs)? A systematic review of the survival and complication rates. Part I: Single crowns (SCs). *Dent Mater*. 2015;31(6):603-623. doi:10.1016/j.dental.2015.02.011
8. Blatz MB, Sadan A, Kern M. Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *J Prosthet Dent*. 2003;89(3):268-274. doi:10.1067/mpd.2003.50
9. Tjan AH, Miller GD, The JG. Some esthetic factors in a smile. *J Prosthet Dent*. 1984;51(1):24-28. doi:10.1016/s0022-3913(84)80097-9
10. Vig RG, Brundo GC. The kinetics of anterior tooth display. *J Prosthet Dent*. 1978;39(5):502-504. doi:10.1016/s0022-3913(78)80179-6
11. Ahmad I. Geometric considerations in anterior dental aesthetics: restorative principles. *Pract Periodontics Aesthet Dent*. 1998;10(7):813-822; quiz 824.
12. Stappert CFJ, Guess PC, Gerds T, Strub JR. All-ceramic partial coverage premolar restorations. Cavity preparation design, reliability and fracture resistance after fatigue. *Am J Dent*. 2005;18(4):275-280.
13. Hasanzade M, Ghodsi S, Yaghoobi N. Rehabilitation of a deep bite patient with worn dentition using minimally invasive approach: A 3-year follow-up. *Clin Case Rep*. 2021;9(11):e05121. doi:10.1002/ccr3.5121
14. Reis JMDSN, Pansani TN, Del'Acqua MA, Abi-Rached F de O. Minimally Invasive Ceramic Laminate Veneers for Maxillary Anterior Esthetic Rehabilitation: A 12+ Years Follow-Up. *J Esthet Restor Dent*. 2025;37(10):2171-2179. doi:10.1111/jerd.70001
15. Gresnigt M, Ozcan M. Esthetic rehabilitation of anterior teeth with porcelain laminates and sectional veneers. *J Can Dent Assoc*. 2011;77:b143.
16. Rasol OA, Hajeer MY, Sultan K, et al. Evaluation of the Best Method for Orthodontic Correction of Skeletal Deep Bites in Growing Patients: A Systematic Review. *Cureus*. 2024;16(6):e62666. doi:10.7759/cureus.62666
17. Sailer I, Fehér A, Filser F, Gauckler LJ, Lüthy H, Hämmerle CHF. Five-year clinical results of zirconia frameworks for posterior fixed partial dentures. *Int J Prosthodont*. 2007;20(4):383-388.

Presentation ID / Sunum No= 72

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0009-0000-3158-8220

Endodontik Tedavi Sonrası Diş Renklenmeleri: Etiyoloji ve Tedavi Yaklaşımları

54

Asst. Prof. Dr. Derin Buğu Yüzer¹

¹Ankara Medipol Üniversitesi

Özet

Endodontik tedavi sonrasında meydana gelen diş renklenmeleri, günümüzde özellikle anterior bölgede artan estetik beklentiler doğrultusunda klinik açıdan önemli bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu renk değişiklikleri, pulpal hemoraji, nekrotik doku artıkları ve mikrobiyal enfeksiyon gibi biyolojik faktörlerin yanı sıra, kök kanal tedavisi sırasında kullanılan irrigasyon solüsyonları, intrakanal medikamentler ve kanal dolgu materyallerine bağlı olarak da gelişebilmektedir. Ayrıca pulpa odasında bırakılan kanal patı artıkları veya rejeneratif endodontik prosedürler sırasında oluşan kan pıhtısı gibi iyatrojenik faktörler, dentin tübülleri içerisine difüze olarak intrinsik renklenmeye neden olabilmektedir. Endodontik tedavi sonrası oluşabilecek renklenmelerin önlenmesinde pulpa odasının etkin şekilde temizlenmesi, organik doku ve kan artıklarının uzaklaştırılması, kanal dolgu materyallerinin koronal bölgede bırakılmaması ve uygun bir koronal bariyer uygulanması kritik öneme sahiptir. Estetik bölgede gerçekleştirilen tedavilerde renk stabilitesi yüksek materyallerin tercih edilmesi de renk değişikliği riskinin azaltılmasına katkı sağlayabilir. Bu tür intrinsik renklenmelerin tedavisinde intrakoronal beyazlatma, minimal invaziv bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Doğru vaka seçimi ve uygun teknik uygulama ile intrakoronal beyazlatma, estetik rehabilitasyonda konservatif ve etkili bir tedavi seçeneği sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Endodontik Tedavi, Diş Renklenmeleri, İntrakoronal Beyazlatma, Estetik

Giriş

Günümüzde hastalar, artan estetik beklentiler doğrultusunda diş hekimlerine daha sık başvurmakta ve özellikle anterior bölgede gerçekleştirilen tedavilerde estetik sonuçları ön planda tutmaktadır. Dental diskromi; dişlerin doğal renk ve translüsens özelliklerini kaybetmesi sonucu ortaya çıkan bir renk değişikliği olup, dişin normal beyaz-sarı tonunun gri, kahverengi, sarı, opak beyaz veya siyaha doğru farklılaşması ile karakterizedir. Bu renklenmeler; etiyojoloji, lokalizasyon ve şiddet açısından farklılık gösterebilmekte olup, ekstrinsik, intrinsik ya da her iki faktörün birlikte etkisiyle gelişebilmektedir (1,2).

Uygun bir tedavi planlaması yapılabilmesi için kapsamlı bir klinik değerlendirme büyük önem taşımaktadır; zira uygulanacak tedavinin başarısı ve elde edilecek estetik sonucun öngörülebilirliği doğru tanıya bağlıdır. Posterüptif dönemde ortaya çıkan internal diş renklenmelerinin başlıca nedenleri arasında pulpal hemoraji, nekroz, enfeksiyon ve çeşitli iyatrojenik faktörler yer almaktadır. Ayrıca kök kanal sisteminin kimyomekanik preparasyonu sırasında kullanılan irrigasyon solüsyonları, intrakanal

medikamentler ve kanal patları da diş yapısı içerisinde renk değişikliğine yol açabilmektedir (1,3). Geçmişte bu tür renklenmelerin giderilmesinde çoğunlukla invaziv protetik restoratif yaklaşımlar tercih edilmiştir (4).

Güncel diş hekimliği bakış açısı ise minimal invaziv tedavi prensiplerine dayanmakta ve mümkün olduğunca sağlıklı dental dokuların korunmasını hedeflemektedir. Bu bağlamda, endodontik tedavi uygulanmış ve renklenmiş dişlerde intrakoronal beyazlatma; konservatif, uygulanması nispeten kolay, etkili ve ekonomik bir tedavi alternatifi olarak öne çıkmaktadır. Bu prosedür, endodontik tedavili dişin kronal kısmına yerleştirilen oksitleyici ajanlar aracılığıyla dentin dokusu içerisindeki pigmentlerin kimyasal olarak parçalanmasını amaçlamaktadır (5).

Endodontik tedavili dişlerde beyazlatma işleminin etkinliği, dentinin geçirgen yapısına bağlıdır. Oksidan ajanların dentin tübülleri aracılığıyla renklenmeye neden olan pigmentlere ulaşması sonucunda bu kromojenik bileşikler daha küçük moleküllere ayrılarak diş renginde açılma sağlanmaktadır. Günümüzde en sık kullanılan beyazlatma ajanları hidrojen peroksit ve karbamid peroksit olup, özellikle devital dişlerde yüksek konsantrasyonlarda uygulanabilmektedir. Her iki ajanın da etki mekanizması benzer olup, organik pigmentlerle gerçekleşen oksidatif reaksiyonlar sonucunda renklenmeye neden olan yapılar parçalanmaktadır (6).

Bununla birlikte beyazlatma tedavisinin prognozu; renklenmenin etiyojisi, kullanılan teknik ve tercih edilen ajan gibi birçok faktöre bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir. Özellikle travma veya pulpal nekroz sonucu meydana gelen renklenmelerin, pulpa dokusu ve kan ürünlerinin yıkımına bağlı gelişmesi nedeniyle beyazlatma tedavisine daha iyi yanıt verdiği bilinmektedir (7). Ayrıca kullanılan kanal dolgu materyalinin tipi, renklenmenin oluşma zamanı ve endodontik tedaviden sonra geçen süre de tedavi başarısını etkileyen önemli parametreler arasında yer almaktadır (3).

Renklenmenin Biyolojik Kaynakları

Endodontik tedavi görmüş dişlerde ortaya çıkan internal renklenmelerin önemli bir bölümü biyolojik kökenlidir ve çoğunlukla pulpa dokusunda meydana gelen patolojik değişikliklerle ilişkilidir. Bu süreçlerin anlaşılması, hem doğru endikasyon koymak hem de tedavi başarısını öngörebilmek açısından kritik öneme sahiptir (8).

1. Hemoraji ve Hemoliz Ürünleri

Travma, derin çürük ya da iatrojenik manipülasyonlar sonucunda pulpa dokusunda kanama meydana gelebilir. Pulpa odası içerisinde kalan kan elemanları zamanla hemolize uğrar ve hemoglobin parçalanma ürünleri açığa çıkar. Özellikle demir içeren bileşikler (örneğin hemosiderin ve diğer hem türevleri), dentin tübülleri boyunca difüze olarak dentin matriksine entegre olur. Bu kromojenik ürünler, dentin yapısına bağlandıklarında gri, kahverengi veya koyu sarı tonlarda kalıcı renk değişikliklerine yol açabilir. Dentin tübüllerinin yapısal geçirgenliği, bu pigmentlerin ilerleyişini kolaylaştırır. Özellikle genç hastalarda tübül çaplarının daha geniş olması, pigment difüzyonunu artırabilir. Zamanla bu ürünlerin oksidasyonu ve kimyasal dönüşümü, renk değişikliğinin daha belirgin hale gelmesine neden olur. Bu tip renklenmeler genellikle pulpal kaynaklı olduğu için intrakoronal beyazlatma uygulamalarına çoğu zaman olumlu yanıt verir (9).

2. Nekrotik Doku Artıkları

Pulpa nekrozu sonrası, pulpa odası ve kanal sistemi içerisinde kalan organik doku artıkları da önemli bir renklenme kaynağıdır. Nekrotik dokuların parçalanması sırasında ortaya çıkan protein yıkım ürünleri ve

sülfür içeren bileşikler, dentin yapısına diffüze olarak koyu renkli pigmentasyon oluşturabilir. Bu süreç özellikle enfekte nekrotik vakalarda daha belirgindir (10,11).

Endodontik tedavi sırasında yeterli debridman sağlanamaması veya pulpa odasında artık dokuların bırakılması, zamanla koronal bölgede renk değişikliğine yol açabilir. Bu nedenle giriş kavitesinin temizliği yalnızca biyomekanik preparasyon açısından değil, estetik prognoz açısından da büyük önem taşır. Pulpa boynuzlarında veya kavite tavanında bırakılan minimal doku kalıntıları dahi ilerleyen dönemde renklenmeye katkıda bulunabilir (11).

Giriş Kavitesi ve Koronal Temizliğin Önemi

Renklenmenin önlenmesinde giriş kavitesinin doğru açılması ve pulpa odasının tamamen temizlenmesi kritik bir basamaktır. Özellikle anterior dişlerde pulpa boynuzlarının tam olarak uzaklaştırılmaması, hemoraji artıklarının veya nekrotik doku kalıntılarının dentin içerisinde kalmasına neden olabilir. Ayrıca pulpa odasında bırakılan sealer artıkları ya da geçici restorasyon materyalleri de zaman içinde renk değişikliğine katkıda bulunabilir.

Bu nedenle estetik bölgede gerçekleştirilen endodontik tedavilerde, kavite duvarlarının dikkatli şekilde temizlenmesi, irrigasyonun etkin uygulanması ve koronal bariyerin uygun konumlandırılması önerilmektedir (12,13).

Intrakoronal Beyazlatma: Endikasyonlar ve Klinik Gerekçeler

İntrakoronal beyazlatma, vitalitesini kaybetmiş ve endodontik olarak tedavi edilmiş dişlerde meydana gelen intrinsik renklenmelerin konservatif şekilde giderilmesini amaçlayan bir yöntemdir. Minimal invaziv yaklaşım prensipleriyle uyumlu olması, bu yöntemi estetik rehabilitasyonda önemli bir seçenek haline getirmiştir (14).

Başlıca Endikasyonlar

- Travma sonrası pulpal kanama ve renklenme
- Pulpa nekrozu kaynaklı pigmentasyon
- Endodontik tedavi sonrası gelişen kronal renk değişikliği
- Pulpal hemorajiye bağlı gri-kahverengi ton değişimleri
- Uygun restoratif yapı bütünlüğüne sahip, yeterli koronal doku desteği bulunan dişler

Intrakoronal beyazlatma özellikle tek dişte lokalize renklenmelerde tercih edilir. Komşu dişlerle renk uyumunun sağlanmasında etkili bir yöntemdir ve protetik restorasyon gereksinimini azaltabilir.

Prognozu Etkileyen Faktörler

Tedavi başarısı; renklenmenin nedeni, süresi ve şiddeti ile yakından ilişkilidir. Taze hemorajik pigmentasyon genellikle daha iyi yanıt verirken, uzun süreli ve derin dentin penetrasyonu olan vakalarda daha fazla seans gerekebilir. Ayrıca kullanılan kanal dolgu materyalinin tipi ve koronal sızdırmazlığın durumu da tedavi sonucunu etkileyebilir.

Klinik Yaklaşımın Önemi

İntrakoronal beyazlatma uygulanmadan önce:

- Kanal dolgusunun apikal sızdırmazlığı doğrulanmalı,
- Koronal bölgede uygun bir bariyer materyali yerleştirilmeli,
- Renklenmenin kaynağı doğru belirlenmeli,
- Periapikal dokuların sağlıklı olduğundan emin olunmalıdır.

Yanlış endikasyon veya yetersiz koronal bariyer uygulaması, servikal rezorpsiyon gibi komplikasyonlara zemin hazırlayabilir. Bu nedenle biyolojik mekanizmanın iyi anlaşılması ve doğru vaka seçimi büyük önem taşır.

Sonuç olarak, internal diş renklenmeleri çoğunlukla pulpal kaynaklı biyolojik süreçlerin bir sonucudur. Hemoraji ürünlerinin dentin tübüllerine difüzyonu ve nekrotik doku kalıntılarının kimyasal dönüşümü, renk değişiminin temel mekanizmalarını oluşturur. Uygun vaka seçimi ve doğru teknik uygulama ile intrakoronal beyazlatma, estetik rehabilitasyonda konservatif ve etkili bir tedavi seçeneği sunmaktadır (14,15).

İyatrojenik / Materyal Kaynaklı Renklenmeler

Endodontik tedavi sonrası gelişen diş renklenmelerinin önemli bir bölümü, kullanılan dental materyallerle ilişkili olarak ortaya çıkabilmektedir. Kanal tedavisi sırasında uygulanan patlar, sealerlar, geçici restoratif materyaller ve özellikle kalsiyum silikat esaslı ürünler, dentin yapısı ile etkileşime girerek zaman içinde renk değişikliğine neden olabilir. Bu materyallerin pulpa odasında veya dentin tübüllerinde artıklarının bırakılması, pigment oluşumuna zemin hazırlayabilir (16).

Renklenme ile ilişkilendirilen bir diğer klinik durum ise rejeneratif endodontik prosedürler sırasında oluşturulan kan pıhtısıdır. Kanal boşluğu içerisinde oluşturulan pıhtının kronal bölgeye kadar uzanması ve dentin tübüllerini ile teması, hemoglobin yıkım ürünlerinin dentin içerisine difüzyonuna neden olabilir. Bu durum özellikle anterior dişlerde estetik açıdan belirgin renk değişikliklerine yol açabilir (17).

Önleme Yöntemleri

Endodontik tedavi sonrası oluşabilecek renklenmelerin önlenmesinde dikkatli klinik uygulamalar büyük önem taşır. Bu amaçla aşağıdaki adımlar önerilmektedir:

- Pulpa odası duvarlarının mekanik ve kimyasal olarak etkin şekilde temizlenmesi
- Pulpal doku kalıntılarının ve kan artıklarının tamamen uzaklaştırılması
- Kanal patı veya sealerın pulpa odasında bırakılmamasına özen gösterilmesi
- Koronal bölgede materyal taşkınlığının önlenmesi ve rezidü kontrolünün sağlanması
- Özellikle intrakoronal beyazlatma öncesinde ve sonrasında uygun bir koronal bariyer materyali uygulanması
- Estetik bölgede kullanılacak materyallerin renk stabilitesi açısından değerlendirilmesi
- Bizmut oksit içeren materyaller yerine alternatif radyopaklaştırıcı içeren ürünlerin tercih edilmesi

Bu önlemler, hem biyolojik hem de materyal kaynaklı pigmentasyon riskini azaltarak uzun dönem estetik başarının korunmasına katkı sağlar (18,19).

Tedavi: Intrakoronal Beyazlatma ve Alternatif Yaklaşımlar

Endodontik tedavi sonrası gelişen intrinsik renklenmelerin giderilmesinde intrakoronal beyazlatma sıklıkla başvurulmuş konservatif bir yöntemdir. Bu teknikte, endodontik tedavi görmüş dişin kronal bölümüne yerleştirilen oksitleyici ajanlar aracılığıyla dentin içerisindeki pigmentlerin kimyasal olarak parçalanması hedeflenir.

En yaygın kullanılan yöntemlerden biri olan *walking bleach* tekniğinde genellikle sodyum perborat, hidrojen peroksit veya karbamid peroksit içeren ajanlar tercih edilmektedir. Bu ajanların dentin tübülleri aracılığıyla kromojenik pigmentlere ulaşması sonucu renk açılması sağlanır.

İşlem sırasında servikal bariyer uygulaması kritik öneme sahiptir. Kanal dolgusunun üzerinde yerleştirilen uygun kalınlıktaki bariyer materyali, beyazlatma ajanının periodontal dokulara difüzyonunu engelleyerek eksternal servikal rezorpsiyon gibi komplikasyonların önüne geçilmesine yardımcı olur.

Intrakoronal beyazlatma tekniklerinin etkinliği çeşitli sistematik derlemelerde değerlendirilmiş olup, uygun vaka seçimi ve doğru teknik uygulama ile yüksek başarı oranları bildirilmektedir. Türkçe literatürde de nonvital diş beyazlatma yöntemlerini ele alan derlemeler, bu tedavi yaklaşımının estetik rehabilitasyonda güvenilir bir seçenek olduğunu desteklemektedir.

Klinik karar verme sürecinde aşağıdaki basamaklar izlenebilir:

1. Renklenmenin olası etiyolojisinin belirlenmesi
2. Koronal restorasyonun ve marjinal sızdırmazlığın değerlendirilmesi
3. Gerekli ise mevcut restorasyonun yenilenmesi veya koronal sızıntının giderilmesi
4. Intrakoronal beyazlatma için uygunluk değerlendirmesi
5. Intrakoronal beyazlatma uygulaması
6. Yetersiz estetik sonuç durumunda restoratif alternatiflerin (lamine veneer veya kron) değerlendirilmesi

Bu yaklaşım, gereksiz invaziv işlemlerden kaçınılmasını sağlayarak konservatif tedavi seçeneklerinin önceliklendirilmesine olanak tanır (19).

Sonuç

Endodontik tedavi sonrası gelişen diş renklenmeleri; pulpal kaynaklı biyolojik süreçlerin yanı sıra kullanılan dental materyaller ve klinik uygulamalarla da ilişkili olabilir. Bu nedenle renklenmenin önlenmesi amacıyla pulpa odasının etkin şekilde temizlenmesi, materyal artıklarının uzaklaştırılması ve estetik bölgede uygun materyal seçimi önem taşır. Intrakoronal beyazlatma, uygun endikasyon varlığında, bu tür intrinsik renklenmelerin giderilmesinde konservatif ve etkili bir tedavi seçeneği sunmaktadır. Doğru vaka seçimi ve dikkatli uygulama ile estetik beklentilerin karşılanması mümkün olabilmektedir.

1. Manuel S, Abhishek P, Kundabala M. Etiology of tooth discoloration- a review. *Niger Dent J.* 2010;18(2):56-63. doi:10.4314/NDJ.V18I2

2. Knezevic N, Obradovic M, Dolic O, et al. Clinical Testing of Walking Bleach, In-Office, and Combined Bleaching of Endodontically Treated Teeth. *Medicina (Kaunas)*. 2022;59(1). doi:10.3390/medicina59010018
3. Karadayi A, Irem Altintas E, Bayraktar ET, Korkut B. Efficacy of Post-Endodontic Access Cavity Cleaning Techniques: A Randomized Clinical Study. *J Endod*. 2025;52(2):166-174. doi:10.1016/j.joen.2025.10.005
4. Conrad HJ, Holtan JR. Internalized discoloration of dentin under porcelain crowns: A clinical report. *J Prosthet Dent*. 2009;101(3):153-157. doi:10.1016/S0022-3913(09)00025-0
5. Barber A, King P. Management of the single discoloured tooth part 1: Aetiology, prevention and minimally invasive restorative options. *Dent Update*. 2014;41(2):98-110. doi:10.12968/denu.2014.41.2.98
6. Ruiqiang L, Chen Y, Yan M. Effect of carbamide peroxide and hydrogen peroxide bleaching agents on laser-induced fluorescence in dentin Raman spectroscopy. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*. 2026;30(2):296. doi:10.12307/2026.512
7. Prisinda D, Sulendra KT, Aripin D. Comprehensive Approach of a Traumatized and Discolored Anterior Tooth in Geriatric. *Case Rep Dent*. 2025;2025(1):9959232. doi:10.1155/crid/9959232
8. Khalil RM, Leheta NA, Selim DA, Moussa SM. Novel Internal Bleaching Techniques After Regenerative Endodontic Procedures (an In Vitro Study). *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. Published online 2025. doi:10.1111/jerd.70019
9. Viswanathan R, Kalaivanan D, Anandan S. Histopathological evaluation of pulpal health in traumatized discoloured primary incisors: A cross-sectional study. *Pediatric Dental Journal*. 2025;35(3):100361. doi:10.1016/j.pdj.2025.100361
10. Al-Rawhani AH, Ibrahim SM, Naeem FMA. Discoloration potential after regenerative treatment of mature teeth with pulp necrosis and apical periodontitis using Biodentine compared with mineral trioxide aggregate: A randomized controlled clinical trial. *Endodontology*. 2025;37(2):110-117. doi:10.4103/endo.endo_75_24
11. Leprince JG, Okamoto M, Widbiller M, et al. Biological and mechanical challenges in the endodontic treatment of immature teeth with pulp necrosis: insights based on a Series of Atypical Clinical Cases. *Biomater Investig Dent*. 2025;12:43427. doi:10.2340/biid.v12.43427
12. Akıncı L, Mungan NS. Cumhuriyet Dental Journal Endodontic Access Cavities: Current Approaches to Design Principles and Clinical Outcomes Review ABSTRACT History. *Cumhuriyet Dental Journal*. 2025;28(3):452-461. doi:10.7126/cumudj.1667325
13. Silva EJNL, Versiani MA, Souza EM, De-Deus G. Minimally invasive access cavities: does size really matter? *Int Endod J*. 2021;54(2):153-155. doi:10.1111/iej.13462
14. Diş Hekimliği Bilimleri Dergisi U, Sönmez Aydın S, Provincial Health Directorate A, SÖNMEZ AYDIN Aydın Provincial Health Directorate S. Intracoronar Bleaching of Non-Vital Teeth: Novel Techniques and Clinical Protocols. *Journal of International Dental Sciences*. 2025;11(3):151-164. doi:10.21306/dishekimligi.1747816
15. Kalgeri SH, Balaraj SKB, Doddawad VG, Shivakumar AT, Vijayakumar DB, Shankar PM. An In-Depth Exploration of Natural and Herbal Tooth Whitening Agents: Efficacy, Safety, and Clinical Applications. *Drug Res*. 2026;76(1):43-50. doi:10.1055/a-2762-7875
16. Soltani S, Saberi EA, Shahradian N, Sangrodi PA, Majidi E. Investigation of Discoloration of Anterior Teeth With Three Types of Substances Used in Endodontic Treatment. *Clin Exp Dent Res*. 2025;11(6):e70204. doi:10.1002/cre2.70204
17. Fagogeni I, Metlerska J, Lipski M, Falgowski T, Maciej G, Nowicka A. Materials used in regenerative endodontic procedures and their impact on tooth discoloration. *J Oral Sci*. 2019;61(3):379-385. doi:10.2334/josnurd.18-0467

18. Hattab FN. Tooth Discoloration: Causes and Clinical Presentation—Part I. *Journal of Oral Health and Community Dentistry*. 2024;18(2):63-74. doi:10.5005/jp-journals-10062-0187
19. Bosenbecker J, Barbon FJ, de Souza Ferreira N, Morgental RD, Boscato N. Tooth discoloration caused by endodontic treatment: A cross-sectional study. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2020;32(6):569-574. doi:10.1111/jerd.12572

Presentation ID / Sunum No= 73

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0009-0007-1834-9859

Dijital Tedavi Planlaması ile Ortodontik Tedavi ve Ortognatik Cerrahinin Entegre Yönetimi: Klinik Bir Olgu Sunumu

61

Saltayev Aidar Amantaevich¹, Tayyip Biçer², S. Kutalmış Büyük²

¹Asfendiyarov Kazak Ulusal Tıp Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Almatı, Kazakistan

²Ordu Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Ortodonti Anabilim Dalı, Ordu, Türkiye

Özet

İskeletsel maloklüzyonlar, yüz estetiği, çiğneme etkinliği, hava yolu fonksiyonu ve psikososyal iyilik hali üzerinde olumsuz etkilere yol açan karmaşık dentofasiyal deformiteler olarak tanımlanmaktadır. Orta ve ileri derecede iskeletsel uyumsuzluklara sahip hastalarda, yalnızca ortodontik kamuflej tedavisi optimal fonksiyonel ve estetik sonuçların elde edilmesi için çoğu zaman yetersiz kalmaktadır. Bu nedenle, ortodontik tedavi ile ortognatik cerrahinin birlikte uygulandığı kombine yaklaşım, bu tür deformitelerin kapsamlı tedavisinde altın standart olarak kabul edilmektedir. Son yıllarda dijital teknolojilerdeki gelişmeler, ortodonti ve ağız-çene-yüz cerrahisinde tanı ve tedavi iş akışını köklü biçimde dönüştürmüştür. Konik ışınlı bilgisayarlı tomografi (CBCT), üç boyutlu yüz taramaları, dijital dental modeller ve sanal cerrahi planlama (VSP) yazılımlarının entegrasyonu, iskeletsel ve dental ilişkilerin hassas biçimde görselleştirilmesine ve simüle edilmesine olanak sağlamaktadır. Dijital olarak yönlendirilen bu yaklaşım, doğru ortodontik dekompanzasyonun sağlanmasını, cerrahi hareketlerin optimize edilmesini ve öngörülebilir postoperatif sonuçların elde edilmesini mümkün kılarken, disiplinler arası iletişimi de güçlendirmektedir. Bu olgu sunumunda, kapsamlı dijital planlama rehberliğinde uygulanan kombine ortodontik ve ortognatik cerrahi tedavi protokolü ele alınmaktadır. Çalışmanın amacı, dijital olarak entegre edilmiş iş akışlarının tedavi öngörülebilirliği, fonksiyonel rehabilitasyon ve yüz estetiğinin iyileştirilmesindeki klinik önemini multidisipliner bir bakış açısıyla ortaya koymaktır.

Anahtar Kelimeler: Dijital Tedavi Planlaması, Ortognatik Cerrahi, Kombine Ortodontik Tedavi, Sanal Cerrahi Planlama, İskeletsel Maloklüzyon

Integrated Management of Orthodontic Treatment and Orthognathic Surgery Through Digital Treatment Planning: A Clinical Case Report

Abstract

Skeletal malocclusions represent complex dentofacial deformities that adversely affect facial harmony, masticatory efficiency, airway function, and psychosocial well-being. In patients with moderate to severe skeletal discrepancies, orthodontic camouflage alone is often insufficient to achieve optimal functional and esthetic outcomes. Consequently, a combined orthodontic–orthognathic surgical approach remains the gold standard for comprehensive correction of these deformities. Recent advances in digital technologies have fundamentally transformed the diagnostic and therapeutic workflow in orthodontics and maxillofacial surgery. The integration of cone-beam computed tomography (CBCT), three-dimensional facial scanning, digital dental models, and virtual surgical planning (VSP) software enables precise visualization and simulation of skeletal and dental relationships. This digitally driven approach facilitates accurate orthodontic decompensation, optimized surgical movements, and predictable postoperative outcomes while enhancing interdisciplinary communication. This case report presents a combined orthodontic and orthognathic surgical treatment protocol guided by comprehensive digital planning. The aim is to demonstrate the clinical relevance of digitally integrated workflows in improving treatment predictability, functional rehabilitation, and facial esthetics within a multidisciplinary framework.

Keywords: Digital Treatment Planning, Orthognathic Surgery, Combined Orthodontic Treatment, Virtual Surgical Planning, Skeletal Malocclusion

Giriş

İskeletsel maloklüzyonlar, maksillofasiyal iskelet yapıları ile dental arklar arasındaki uyumsuzlukla karakterize, multifaktöriyel bir klinik tabloyu temsil etmektedir. Bu deformiteler yalnızca oklüzal bozukluklara yol açmakla kalmayıp; yüz dengesi, konuşma fonksiyonu, hava yolu açıklığı ve yaşam kalitesi üzerinde de belirgin olumsuz etkiler oluşturabilmektedir. Hafif dereceli iskeletsel uyumsuzluklarda ortodontik tedavi tek başına yeterli olabilse de, belirgin sagittal, vertikal veya transversal disharmonilerin bulunduğu olgularda stabil ve estetik açıdan kabul edilebilir sonuçların elde edilebilmesi için ortognatik cerrahi sıklıkla gereklidir.^{1,2}

Kombine ortodontik-cerrahi tedavinin başarısı, ayrıntılı tanı süreci ve ortodontik ile cerrahi aşamalar arasındaki hassas koordinasyona doğrudan bağlıdır. Geleneksel olarak tedavi planlaması; iki boyutlu sefalometrik analizler, dental modeller ve manuel model cerrahisi gibi yöntemlere dayanmaktaydı. Ancak bu yaklaşımlar, kompleks üç boyutlu iskeletsel ilişkilerin ve yumuşak doku yanıtlarının doğru biçimde değerlendirilmesinde önemli sınırlılıklar taşımaktadır.^{3,4}

Dijital teknolojilerin klinik uygulamalara entegrasyonu, ortognatik tedavi planlamasında belirgin bir paradigma değişimine yol açmıştır. CBCT tabanlı iskeletsel analizlerin, dijital dental modeller ve üç boyutlu yüz taramalarıyla birleştirilmesi; sert ve yumuşak dokuların tek bir sanal ortamda bütüncül olarak değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Sanal cerrahi planlama sayesinde osteotomilerin simülasyonu yapılabilmekte, çene hareketleri nicel olarak analiz edilebilmekte ve postoperatif sonuçlar yüksek doğrulukla öngörülebilmektedir.^{5,6}

Cerrahi doğruluğun artırılmasının yanı sıra dijital iş akışları, cerrahi hedeflerle uyumlu kontrollü ortodontik dekompanzasyon stratejilerinin planlanmasını mümkün kılmaktadır. Ayrıca dijital olarak üretilen cerrahi splint ve rehberler, intraoperatif değişkenliği azaltarak tedavi sürecinin tekrarlanabilirliğini artırmaktadır.^{7,8}

Bu olgu sunumunun amacı, dijital planlama rehberliğinde yürütülen kombine ortodontik ve ortognatik cerrahi tedavi yaklaşımını tanımlamak ve dijital entegrasyonun fonksiyonel ve estetik açıdan öngörülebilir sonuçlara katkısını ortaya koymaktır.

Vaka Sunumu

Otuz dört yaşında erkek hasta; yüz estetiğinde bozulma, çiğneme fonksiyonunda yetersizlik ve diş diziliminden memnuniyetsizlik şikâyetleri ile başvurdu. Klinik değerlendirmede belirgin iskeletsel Sınıf III ilişki ve dental kompanzasyonlarla karakterize dentofasiyal deformite saptandı. Başlangıç sefalometrik analizinde SNA: 78°, SNB: 82°, ANB: -4°, Wits: -6 mm olarak ölçüldü; bu değerler belirgin anteroposterior iskeletsel uyumsuzluğu doğrulamaktaydı. Ekstraoral muayenede konkav profil ve alt yüz yüksekliğinde artış gözlenirken, intraoral değerlendirmede negatif overjet (-3 mm), hatalı oklüzal temaslar ve orta hat sapması mevcuttu.

Bulgular doğrultusunda çift çene ortognatik cerrahi ile kombine ortodontik tedavi planlandı.



Tedaviye ortodontik dekompanzasyon fazı ile başlandı ve dişlerin alveolar kemik kaideleri üzerindeki fizyolojik konumlarına getirilmesi sağlandı. Ortodontik hazırlık sonrası tamamen dijital iş akışına geçildi. Her iki çene için dijital ölçüler 3Shape TRIOS 3 intraoral tarayıcı (3Shape A/S, Kopenhag, Danimarka) ile alındı ve STL verileri elde edildi.

Sanal cerrahi planlama, IPS Case Designer yazılımı (KLS Martin Group, Tuttlingen, Almanya) kullanılarak gerçekleştirildi. Planlamada maksillaya yaklaşık 4 mm anterior ilerletme ve 3 mm superior impaksiyon, ayrıca maksiller orta hattın düzeltilmesi hedeflendi. Mandibula için yaklaşık 4 mm posterior set-back planlandı. Oklüzal düzlem ve yüz orta hattı üç boyutlu olarak değerlendirildi. Planlanan translasyonel ve rotasyonel hareketler dijital ortamda kayıt altına alındı.

Onaylanan plan doğrultusunda ara ve final splintler tasarlandı ve Phrozen Sonic Mighty Revo 14K 3D yazıcı (Phrozen Technology, Taipei, Tayvan) kullanılarak üretildi. Baskıda NextDent Ortho Rigid Blue reçine (NextDent B.V., Soesterberg, Hollanda) tercih edildi. Dilimleme ve baskı parametreleri Chitubox Pro yazılımı (CBD-Tech, Shenzhen, Çin) ile optimize edildi. Post-polimerizasyon işlemleri tamamlanan splintlerin cerrahi öncesi uyumu doğrulandı.

Çift çene ortognatik cerrahi, dijital plan doğrultusunda gerçekleştirildi ve 3D baskı splintler planın klinik ortama aktarımında referans olarak kullanıldı. İntraoperatif adaptasyon yüksek doğruluk gösterdi.

Tedavi sonrası sefalometrik değerlendirmede SNA: 83°, SNB: 82°, ANB: +1°, Wits: -1 mm olarak ölçüldü. Overjet 2 mm'ye, overbite 2.5 mm'ye ulaştı. Planlanan ve elde edilen iskeletsel hareketler arasında yüksek uyum saptandı. Klinik ve fotoğrafik analizlerde profil konveksitesinin dengelendiği, yüz orta hattının düzeltilmesi ve fonksiyonel oklüzyonun sağlandığı gözlemlendi.



Bu vaka, intraoral tarama, sanal cerrahi planlama ve üç boyutlu baskı teknolojisinin entegre edildiği tamamen dijital ortodontik-ortognatik iş akışının, erişkin hastalarda hem estetik hem fonksiyonel açıdan öngörülebilir ve hassas sonuçlar sağlayabildiğini göstermektedir.

64

Tartışma

İskeletsel maloklüzyonların kombine ortodontik ve ortognatik cerrahi ile tedavisinde başarı; tanısal doğruluk, ortodontik hazırlık ve cerrahi uygulamalar arasındaki uyumun sağlanmasına bağlıdır. Bu bağlamda dijital tedavi planlaması, belirsizlikleri azaltan ve klinik sonuçları optimize eden temel bir araç haline gelmiştir.^{9,10,11}

CBCT verilerinin dijital dental ve yüz taramaları ile sanal ortamda entegre edilmesi, dentoiskeletsel ilişkilerin üç boyutlu olarak kapsamlı biçimde değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bu yaklaşım, geleneksel iki boyutlu yöntemlerle gözden kaçabilecek iskeletsel asimetrielerin, oklüzal kompanzasyonların ve çene ilişkilerinin doğru biçimde saptanmasına olanak tanımaktadır. Ayrıca sanal cerrahi planlama, farklı cerrahi senaryoların önceden simüle edilmesini mümkün kılarak biyomekanik ve estetik açıdan en uygun tedavi seçeneğinin belirlenmesini kolaylaştırmaktadır.¹²⁻¹⁴

Ortodontik açıdan bakıldığında, dijital olarak yönlendirilen planlama süreci; dental hareketlerin planlanan iskeletsel düzeltmelerle uyumlu biçimde gerçekleştirilmesini desteklemekte, postoperatif ortodontik fazın süresini kısaltmakta ve suboptimal oklüzal sonuç riskini azaltmaktadır. Bunun yanı sıra tedavi sürecinin dijital olarak görselleştirilmesi, hekimler arası iletişimi güçlendirmekte ve hastaların tedaviye uyumunu artırmaktadır.¹⁵⁻¹⁷

Literatürde, dijital olarak planlanan ortognatik cerrahilerde planlanan ve postoperatif iskeletsel pozisyonlar arasındaki uyumun, geleneksel yöntemlere kıyasla daha yüksek olduğu bildirilmektedir. Bununla birlikte dijital iş akışlarının doğruluğu; veri kalitesi, kullanılan yazılımlar ve klinisyenin deneyimi gibi faktörlerden etkilenmektedir. Bu nedenle dijital sistemler, klinik karar verme sürecinin yerine geçen değil; onu destekleyen araçlar olarak değerlendirilmelidir.¹⁸⁻²⁰

Tüm bu unsurlar göz önünde bulundurulduğunda, dijital teknolojilerin kombine ortodontik-cerrahi tedavilere entegrasyonu; kişiselleştirilmiş, hassas ve öngörülebilir bir tedavi yaklaşımı sunmaktadır.

Sonuç

Dijital planlama rehberliğinde ortodontik tedavi ve ortognatik cerrahinin entegre biçimde uygulanması, iskeletsel maloklüzyonların tedavisinde yüksek öngörülebilirlik ve klinik etkinlik sağlamaktadır. Üç boyutlu analiz ve sanal cerrahi planlama; tanısal doğruluğu artırmakta, disiplinler arası koordinasyonu güçlendirmekte ve fonksiyonel ile estetik açıdan başarılı sonuçlara katkıda bulunmaktadır.

Dijital teknolojilerin gelişimiyle birlikte, bu yaklaşımların kombine ortodontik-cerrahi protokollerin rutin bir parçası haline gelmesi; modern ortodonti ve ağız-çene-yüz cerrahisinde hasta odaklı ve hassas tedavi anlayışını daha da ileriye taşıyacaktır.

Integrated Management of Orthodontic Treatment and Orthognathic Surgery Through Digital Treatment Planning: A Clinical Case Report

Introduction

Skeletal malocclusions constitute a multifactorial clinical condition characterized by disharmony between the maxillofacial skeletal structures and the dental arches. Beyond occlusal discrepancies, these deformities may compromise facial balance, speech, airway patency, and quality of life. While orthodontic treatment alone may be effective in mild skeletal discrepancies, patients presenting with pronounced sagittal, vertical, or transverse disharmonies frequently require orthognathic surgery to achieve stable and esthetically acceptable outcomes.^{1,2}

The success of combined orthodontic–surgical treatment relies heavily on meticulous diagnosis and precise coordination between orthodontic and surgical phases. Traditionally, treatment planning has been based on two-dimensional cephalometric analysis, dental casts, and manual model surgery. However, these conventional methods are inherently limited in their ability to represent complex three-dimensional skeletal relationships and soft tissue responses.^{3,4}

The emergence of digital technologies has led to a paradigm shift in orthognathic treatment planning. CBCT-based skeletal analysis, combined with digital dental models and three-dimensional facial scans, allows comprehensive evaluation of hard and soft tissues in a unified virtual environment. Virtual surgical planning enables simulation of osteotomies, quantification of skeletal movements, and prediction of postoperative outcomes with a high degree of accuracy.^{5,6}

In addition to improving surgical precision, digital workflows enhance orthodontic preparation by allowing controlled decompensation strategies aligned with surgical objectives. Furthermore, digitally fabricated surgical splints and guides reduce intraoperative variability and contribute to improved treatment reproducibility.^{7,8}

The purpose of this report is to describe a digitally guided combined orthodontic and orthognathic treatment approach and to highlight the role of digital integration in achieving predictable functional and esthetic outcomes.

Case Presentation

A 34-year-old male patient presented with complaints of impaired facial esthetics, masticatory dysfunction, and dissatisfaction with dental alignment. Clinical examination revealed a dentofacial deformity characterized by a pronounced skeletal Class III relationship accompanied by dental compensations. Initial cephalometric analysis demonstrated SNA of 78°, SNB of 82°, ANB of –4°, and a Wits appraisal of –6 mm, confirming a significant anteroposterior skeletal discrepancy. Extraoral evaluation revealed a concave facial profile and increased lower facial height, while intraoral examination showed a negative overjet (–4 mm), improper occlusal contacts, and midline deviation. Based on these findings, a combined orthodontic treatment and bimaxillary orthognathic surgery was planned.

Orthodontic treatment was initiated with a decompensation phase aimed at repositioning the teeth to their physiologic locations within the alveolar bone and achieving proper arch coordination. Following completion of orthodontic preparation, a fully digital workflow was adopted. Digital impressions of both jaws were obtained using the 3Shape TRIOS 3 intraoral scanner (3Shape A/S, Copenhagen, Denmark), and STL files were generated.

Virtual surgical planning was performed using IPS Case Designer software (KLS Martin Group, Tuttlingen, Germany). The surgical plan included approximately 4 mm of maxillary advancement and 3 mm of superior impaction, along with correction of the maxillary midline. For the mandible, a posterior setback of approximately 4 mm was planned. The occlusal plane and facial midline were evaluated three-dimensionally, and all planned translational and rotational movements were digitally recorded.

Based on the approved virtual plan, intermediate and final surgical splints were designed and fabricated using a Phrozen Sonic Mighty Revo 14K 3D printer (Phrozen Technology, Taipei, Taiwan). NextDent

Ortho Rigid Blue resin (NextDent B.V., Soesterberg, the Netherlands) was selected for splint fabrication. Slicing parameters and printing settings were optimized using Chitubox Pro software (CBD-Tech, Shenzhen, China). After post-polymerization, the splints were verified for fit prior to surgery.

Bimaxillary orthognathic surgery was performed in accordance with the digital plan, with the 3D-printed splints serving as reference tools for transferring the virtual plan to the clinical setting. Intraoperative adaptation of the splints demonstrated high accuracy and stability.

Post-treatment cephalometric evaluation revealed SNA of 83°, SNB of 82°, ANB of +1°, and a Wits appraisal of -1 mm. Overjet and overbite improved to 2.0 mm and 2.5 mm, respectively. A high level of concordance was observed between the planned and achieved skeletal movements. Clinical and photographic assessments demonstrated a balanced facial profile, correction of the facial midline, and establishment of a functional occlusion.

This case demonstrates that a fully digital orthodontic–orthognathic workflow integrating intraoral scanning, virtual surgical planning, and three-dimensional printing can provide predictable and precise esthetic and functional outcomes in adult patients.

Discussion

The management of skeletal malocclusions through combined orthodontic and orthognathic treatment requires precise coordination between diagnostic, orthodontic, and surgical phases. In this context, digital planning has emerged as a critical tool for minimizing uncertainty and optimizing clinical outcomes.⁹⁻¹¹

Virtual integration of CBCT data with digital dental and facial scans enables comprehensive three-dimensional assessment of dentoskeletal relationships. This approach facilitates accurate identification of skeletal discrepancies, asymmetries, and occlusal compensations that may be underestimated using conventional two-dimensional methods. Moreover, virtual surgical planning allows simulation of various surgical scenarios, enabling selection of the most biomechanically and esthetically favorable option prior to treatment initiation.¹²⁻¹⁴

From an orthodontic perspective, digitally guided planning supports targeted decompensation strategies that align dental movements with planned skeletal corrections. This reduces the risk of suboptimal occlusal outcomes and shortens the postsurgical orthodontic phase. Additionally, the ability to visualize treatment progression digitally enhances communication between clinicians and improves patient understanding and acceptance of the proposed treatment.¹⁵⁻¹⁷

Several studies have demonstrated that digitally planned orthognathic surgeries achieve closer agreement between planned and postoperative skeletal positions compared with conventional planning techniques. Nevertheless, the accuracy of digital workflows is influenced by data acquisition quality, software algorithms, and clinician expertise. Therefore, digital tools should be regarded as decision-support systems rather than replacements for clinical judgment.¹⁸⁻²⁰

Despite these considerations, the integration of digital technologies into combined orthodontic–surgical treatment represents a significant advancement toward personalized, precise, and predictable care for patients with complex dentofacial deformities.

Conclusion

Digitally guided integration of orthodontic treatment and orthognathic surgery offers a highly predictable and efficient approach for the management of skeletal malocclusions. Comprehensive three-dimensional analysis and virtual surgical planning enhance diagnostic accuracy, improve interdisciplinary coordination, and contribute to favorable functional and esthetic outcomes.

As digital technologies continue to evolve, their routine incorporation into combined orthodontic–surgical protocols is expected to further refine treatment precision and patient-centered care in contemporary orthodontics and maxillofacial surgery.

References

1. Duarte V, Zaror C, Villanueva J, et al. Oral health-related quality of life changes in patients with dentofacial deformities Class II and III after orthognathic surgery: a systematic review and meta-analysis. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(4):1940.
2. Jeeratiannard D, Chintavalakorn R, Santiwong P. Impact of orthodontic treatment combined with orthognathic surgery therapy on quality of life in patients with skeletal Class III deformities. *Clin Investig Orthod*. 2024;83(1):44–51.
3. Starch-Jensen T, Hernández-Alfaro F, Kesmez Ö, Gorgis R, Valls-Ontañón A. Accuracy of orthognathic surgical planning using three-dimensional virtual techniques compared with conventional two-dimensional techniques: a systematic review. *J Oral Maxillofac Res*. 2023;14(1):e1.
4. Yoshikawa H, Tanikawa C, Ito S, et al. A three-dimensional cephalometric analysis of Japanese adults and its usefulness in orthognathic surgery: a retrospective study. *J Craniomaxillofac Surg*. 2022;50(4):353–363.
5. Quadri SA, Alshoail HH, Saini RS, Mosaddad SA, Heboyan A. The role of 3D virtual planning in orthognathic surgery and outcome assessment: a systematic review and meta-analysis. *J Maxillofac Oral Surg*. 2025;1–14.
6. Joachim MV, Miloro M. The evolution of virtual surgical planning in craniomaxillofacial surgery: a comprehensive review. *J Oral Maxillofac Surg*. 2025;83(3):294–306.
7. Barakaat AA, Qabool H, Tahir K, Sukhia RH, Fida M. Comparison of CAD/CAM and conventional surgical splints in accuracy of orthognathic surgical planning: a systematic review and meta-analysis. *Clin Investig Orthod*. 2025;84(1):1–10.
8. Yan J, Li B, Zhang C, et al. Accuracy of patient-specific implants versus CAD/CAM splints with the mandible-first approach in bimaxillary orthognathic surgery for skeletal Class II malocclusion. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2025;54(2):143–148.
9. Kim NY, Donaldson CD, Wertheim D, Naini FB. Accuracy and precision of three-dimensionally printed orthognathic surgical splints. *Appl Sci*. 2024;14(14):6089.
10. De Waard O, Baan F, Bruggink R, Bronkhorst EM, Kuijpers-Jagtman AM, Ongkosuwito EM. Digital orthodontic setups in orthognathic surgery: evaluating predictability and precision of the workflow in surgical planning. *J Clin Med*. 2025;14(15):5270.
11. Lee SJ, Yoo JY, Woo SY, et al. A complete digital workflow for planning, simulation, and evaluation in orthognathic surgery. *J Clin Med*. 2021;10(17):4000.
12. Li JTW, Leung YY. Digital diagnostics and treatment planning for orthognathic surgery. *Aust Dent J*. 2025;70(Suppl):S82–S92.
13. Nilsson J, Richards RG, Thor A, Kamer L. Virtual bite registration using intraoral digital scanning, CT and CBCT: in vitro evaluation of a new method and its implication for orthognathic surgery. *J Craniomaxillofac Surg*. 2016;44(9):1194–1200.
14. Plooi J, Maal TJ, Haers P, Borstlap WA, Kuijpers-Jagtman AM, Bergé SJ. Digital three-dimensional image fusion processes for planning and evaluating orthodontics and orthognathic surgery: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2011;40(4):341–352.
15. Zoabi A, Redenski I, Oren D, et al. 3D printing and virtual surgical planning in oral and maxillofacial surgery. *J Clin Med*. 2022;11(9):2385.
16. Pandian SM, Gandedkar NH, Kumar Palani S, Kim YJ, Adel SM. An integrated 3D-driven protocol for surgery-first orthognathic approach (SFOA) using virtual surgical planning (VSP). *Semin Orthod*. 2022;28(4):320–333.
17. Lv L, He W, Ye H, et al. Interdisciplinary 3D digital treatment simulation before complex esthetic rehabilitation of orthodontic, orthognathic and prosthetic treatment: workflow establishment and primary evaluation. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):34.
18. Kobravi S, Jafari A, Lotfalizadeh M, Azimi A. Digital innovations in orthognathic surgery: a systematic review of virtual surgical planning, digital transfer, and conventional model surgery. *Orthod Craniofac Res*. 2025;28(5):783–798.
19. Alkhayer A, Piffkó J, Lippold C, Segatto E. Accuracy of virtual planning in orthognathic surgery: a systematic review. *Head Face Med*. 2020;16(1):34.

20. Lee KJC, Tan SL, Tan DBP, Yong CW, Chew MT. Accuracy of a digital workflow for bimaxillary orthognathic surgery: comparison of planned and actual outcomes. *Int J Comput Dent.* 2022;25(4).

Presentation ID / Sunum No= 151

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0009-0009-1580-5251 / 0009-0006-3238-5656 / 0000-0003-1312-8794 / 0000-0002-2527-2729

Virtual Reality-Based Dental Training With Automated Evaluation of Crown Preparation Quality

69

Selçuk Gençay¹, Yousif Suhail², Assoc. Prof. Mahmut Sertaç Özdoğan³, Assoc. Prof. Muhammed Abdullah Bülbül⁴

¹ Computer Engineering, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Türkiye

² Computer Engineering, Institute of Natural and Applied Sciences, Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Türkiye

³ Faculty of Dentistry, Department of Prosthodontics, Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Türkiye

⁴ Faculty of Engineering and Natural Sciences, Department of Computer Engineering, Ankara Yıldırım Beyazıt University, Ankara, Türkiye

Abstract

Dental education requires extensive hands-on practice for developing psychomotor skills. Traditional training methods use plastic models that provide no performance feedback, while commercial haptic simulators cost tens of thousands of dollars, placing them beyond the reach of many institutions. This paper presents a virtual reality dental training simulator designed for consumer-grade hardware to make immersive dental education accessible to a broader range of academic programs. The simulator converts tooth models into a volumetric representation that enables real-time carving with immediate visual feedback. Students can perform crown preparation procedures while the system evaluates performance by detecting undercuts, assessing margin continuity, and verifying cut depth against the 1.0 millimeter target required for clinical acceptability. Performance testing confirms that the simulator maintains real-time responsiveness on standard consumer computers and VR hardware. The simulator demonstrates that effective tooth preparation practice with immediate objective feedback can be delivered on accessible hardware platforms. By eliminating cost barriers associated with proprietary systems and supporting both VR and desktop workflows, the platform offers a scalable solution for dental schools seeking to expand practice opportunities for undergraduate students.

Keywords: Virtual reality, Dental education, Medical simulation, Tooth preparation, Clinical training

Introduction

Dental students traditionally develop clinical skills by practicing on plastic teeth mounted in mannequin heads. These plastic models provide tactile feedback and require minimal technological infrastructure,

but they deliver no objective performance data and wear out with repeated use, requiring constant replacement¹. High-fidelity haptic simulators such as DentSim offer realistic force feedback and automated assessment. These systems have demonstrated effectiveness in improving preparation quality and reducing procedural errors among students². However, their adoption remains limited by costs exceeding fifty thousand dollars per unit, dedicated space requirements, and proprietary software that resists customization³.

Software-only desktop applications incorporate grading modules and objective assessment while running on standard computers. Yet these systems typically rely on mouse and keyboard controls that fail to develop the hand-eye coordination essential for clinical practice. The disconnect between desktop interaction and actual dental procedures limits skill transfer to clinical settings⁴.

Virtual reality presents an alternative approach that combines immersive spatial interaction with cost-effective deployment. Evidence shows that motor skills practiced in virtual environments can transfer to real-world tasks when task fidelity and sensory feedback are sufficient, although transfer strength varies depending on task design and sensory realism^{5,6}.

Systematic reviews of VR and simulator use in dental education report improvements in manual skills, preparation quality, and student confidence, particularly when automated feedback is combined with instructor guidance⁷.

This paper presents a VR dental simulator developed at Ankara Yıldırım Beyazıt University that addresses the accessibility gap in dental education technology. The system is designed for consumer-grade VR hardware, making immersive dental training available to institutions with limited budgets. The simulator enables real-time tooth preparation practice with immediate visual feedback on clinical performance.

Materials and Methods

The simulator converts surface meshes of dental models into volumetric voxel grids at user-selectable resolutions. Each voxel stores a value representing its proximity to the tooth surface. This volumetric representation enables rapid carving operations through local modifications, efficient collision detection, and real-time mesh reconstruction.

Surface extraction employs the Marching Cubes algorithm⁸ to reconstruct the visible tooth surface after each modification. The implementation rebuilds the surface mesh dynamically as users carve away tooth material.

Students interact with the tooth model using VR controllers. Carving tools modify the volumetric representation locally, simulating material removal. Haptic feedback through controller vibrations provides tactile cues indicating contact with tooth structure. The system supports both continuous carving during VR sessions and discrete evaluation at any point. Students can pause their preparation to request real-time assessment of their work.

The simulator implements three objective assessment metrics for crown preparations. Undercut detection identifies areas where tooth structure overhangs the preparation path, compromising crown seating and retention. The system analyzes line-of-sight from the insertion axis and highlights problematic regions. Margin integrity assessment evaluates the preparation margin for smoothness, continuity, and proper definition. Using adaptations of methods described by Han et al.¹⁰, the algorithm identifies margin borders and evaluates their quality. Cut depth verification checks whether the desired axial reduction of 1.0 millimeter is consistently achieved along the margin, ensuring adequate space for restorative materials while preserving healthy tooth structure.

These evaluations produce color-coded visualizations directly on the tooth model, as shown in Figure 1. Students receive immediate feedback on undercuts, margin quality, and cut depth, allowing them to identify errors and correct their technique during practice sessions.

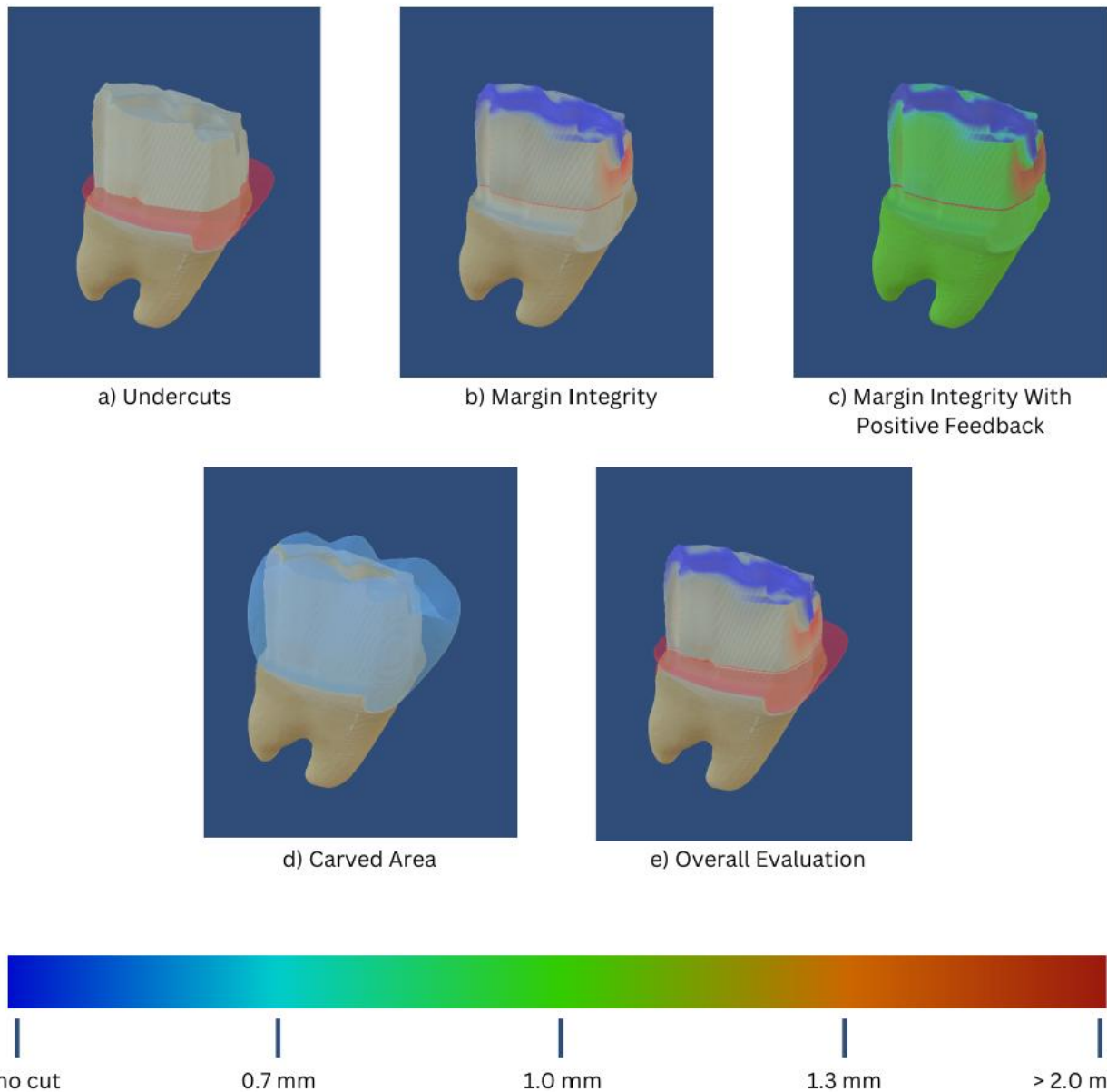


Figure 1: Evaluation visualizations for crown preparation assessment. a Undercut areas shown in red. b Margin integrity displayed on a blue-to-red scale from 0.0 to 2.0 millimeters. c Margin integrity with positive feedback shown in green for areas achieving the target 1.0 millimeter reduction. d Translucent ghost of original tooth model showing the carved area. e Combined view showing undercuts and margin integrity simultaneously. The gradient bar at bottom indicates the cut depth scale.

System Implementation

The simulator was developed using the Unity engine and supports two distinct interaction modes: immersive VR using OpenXR-compatible headsets and desktop mode using standard Xbox gamepads. This dual-mode design allows institutions to adopt the system incrementally based on available resources.

Voxelization and Surface Reconstruction: Direct editing of polygon meshes is inefficient for interactive carving due to the lack of consistent structure for localized modifications. The simulator converts each tooth mesh into a three-dimensional voxel grid at user-selectable resolutions of 256^3 or 512^3 voxels. This grid is stored as a signed distance field where each voxel contains a density value representing its distance from the tooth surface.

Carving operations are simulated by decrementing density values in voxels intersected by the tool brush. Signed-distance functions define the tool geometry, and modifications are applied through compute shaders for real-time performance.

A 3D convolution-based interpolation pass smooths the scalar field immediately after voxelization. This step reduces quantization artifacts and improves the geometric quality of the reconstructed surface before mesh extraction. The effect of this smoothing is illustrated in Figure 2, which shows the tooth model at three consecutive stages of processing.

72

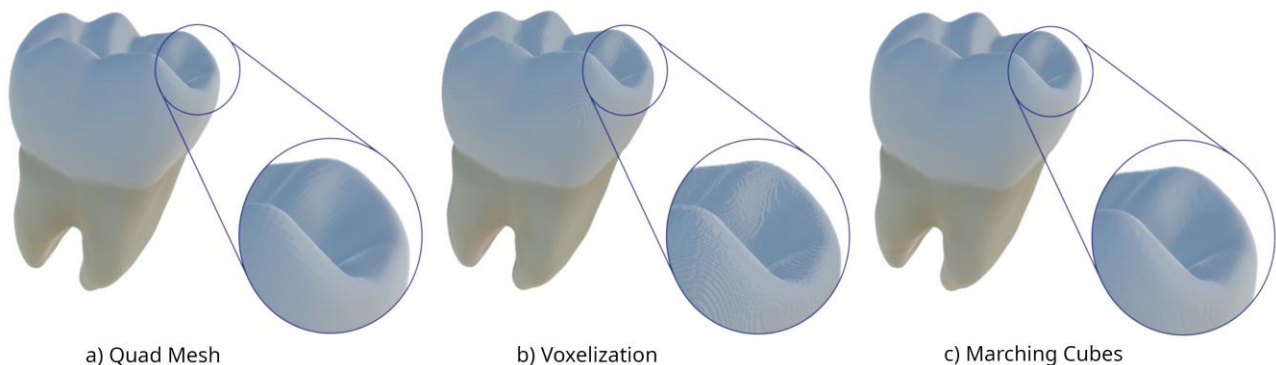


Figure 2: Tooth model processing pipeline. a Original quad mesh. b Voxelized surface reconstructed from voxel grid. c Final surface mesh extraction using Marching Cubes after 3D convolution-based interpolation.

Surface reconstruction employs the Marching Cubes algorithm⁷ implemented as a GPU compute shader. The algorithm iterates over each cube formed by eight neighboring voxels and examines their density values to determine surface intersections. A lookup table with 256 possible configurations maps each cube to the appropriate triangle set, enabling efficient mesh rebuilding after every modification. A few sample configurations from the aforementioned lookup table are illustrated in Figure 3.

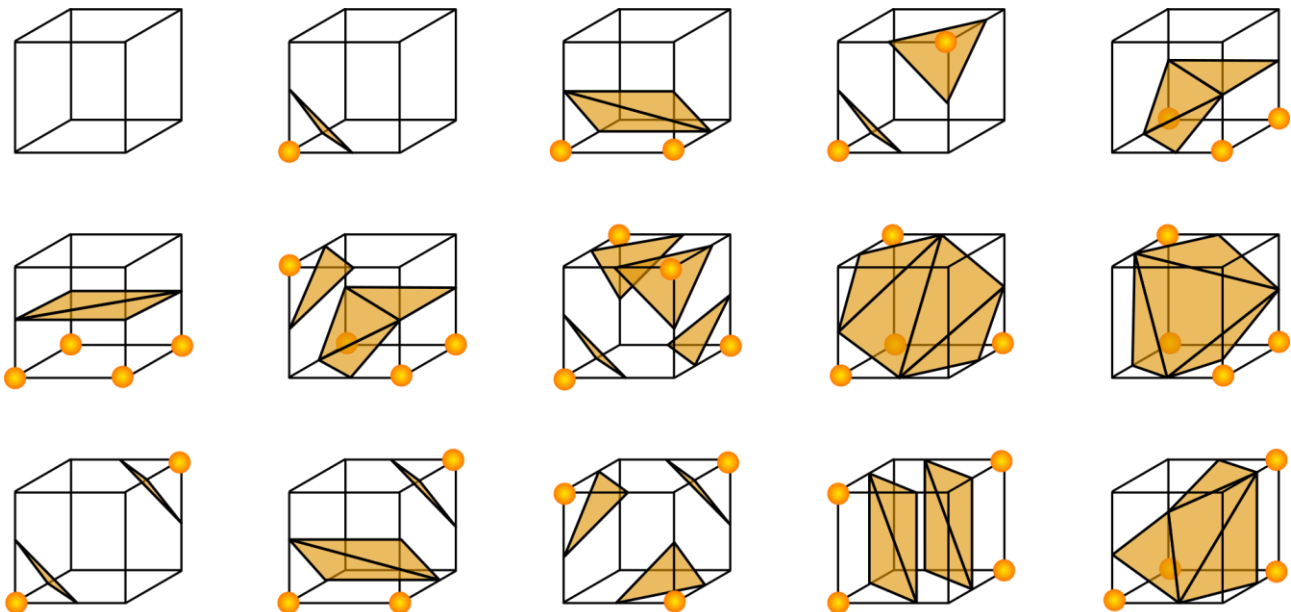
Interaction Modes: In VR mode, students use HTC Vive or Meta Quest controllers tracked in six degrees of freedom. The controllers provide haptic feedback through vibrations when the tool intersects the voxel field, simulating the tactile sensation of contact with tooth structure. Tool position and orientation map directly to the virtual handpiece, preserving the natural hand-eye coordination required for clinical practice.

Desktop mode uses Xbox gamepads as an alternative input method for institutions without VR equipment. The right analog stick controls the camera position and rotation, while the left analog stick controls the tool position and rotation. Triggers and buttons control carving activation and menu

navigation. Gamepad vibration provides haptic feedback comparable to controller pulses, maintaining consistency across interaction modes.

Development Environment: The simulator was built with the Unity game engine using the Standard Built-in Render Pipeline. C# handles core application logic and CPU-based evaluations, while HLSL compute shaders manage voxel carving and Marching Cubes mesh extraction on the GPU. OpenXR provides cross-platform VR support, enabling deployment on multiple headset types without platform-specific code.

All systems were tested in the university human-computer interaction laboratory using HTC Vive headsets and standard gaming PCs.



73

Figure 3: Sample configurations from the Marching Cubes lookup table showing triangle arrangements for different voxel corner combinations. (Source: Wikimedia Commons)

Results

The simulator maintains real-time responsiveness on standard consumer hardware, with frame rates consistently exceeding the minimum threshold required for comfortable VR interaction. On typical gaming-class PCs equipped with mid-range GPUs, carving and mesh reconstruction operations occur without perceptible latency. Initial conversion of tooth models into volumetric representations completes within seconds at clinically useful resolutions. A serialization and caching system stores pre-voxelized models on disk, allowing subsequent sessions to load models instantly without repeated preprocessing.

GPU-based Marching Cubes reconstruction and compute shader carving operations scale predictably with voxel resolution. At 256^3 resolution, the system provides high responsiveness suitable for real-time practice sessions. At 512^3 resolution, the system preserves finer anatomical details while maintaining interactive performance suitable for guided practice and evaluation. Memory usage remains within limits of standard consumer GPUs, enabling deployment without specialized hardware.

Qualitative evaluation with dental faculty confirmed that automated assessment modules correctly identify clinically significant preparation errors. Undercut detection reliably highlights regions that would prevent crown seating along the insertion axis. Margin integrity evaluation identifies

discontinuities and irregularities consistent with manual instructor assessment. Cut depth verification correctly distinguishes between clinically acceptable and insufficient axial reductions relative to the 1.0 mm preparation target.

Faculty reviewers reported that color-coded visual overlays provide intuitive and immediately actionable feedback. Users were able to visually correlate preparation errors with tool movements, enabling rapid correction during practice sessions. Informal student testing sessions indicated that users could complete repeated preparation attempts without performance degradation or simulator instability, supporting extended training sessions.

Discussion

74

The results demonstrate that effective dental training simulations can run on consumer-grade equipment while providing objective assessment comparable to systems costing significantly more.

This project addresses a gap in dental training infrastructure. Inexpensive plastic models offer tactile practice but no feedback. Expensive haptic systems provide assessment but remain inaccessible to most institutions. This simulator delivers objective feedback and immersive practice at a fraction of the cost. By enabling repeated practice without consuming consumable materials, students can develop psychomotor skills through repetition with immediate feedback. Earlier exposure to preparation workflows in a simulated environment may reduce early-stage procedural errors when students transition to supervised clinical treatment, supporting patient safety during initial clinical training. Research in skill acquisition emphasizes that this combination accelerates learning and improves retention¹¹. Experimental studies comparing VR and real-environment motor learning show that VR training can produce measurable skill transfer and bilateral learning effects under controlled training conditions⁹.

The system's dual-mode operation accommodates varying institutional capabilities. Schools can begin with desktop deployment, then expand to VR as budgets allow while maintaining a consistent software platform. Automated feedback and self-directed practice may reduce repetitive demonstration requirements for instructors, allowing faculty time to focus on complex case supervision and individualized student guidance.

The current implementation has several limitations. The simulator focuses on tooth structures, omitting gingiva, saliva, and other oral tissues that influence clinical procedures. Controller vibrations provide some tactile cues, but the absence of force feedback limits realism for procedures requiring precise pressure control.

Conclusion

This paper presents a virtual reality dental training simulator designed for deployment on consumer-grade hardware while maintaining clinically meaningful evaluation capabilities. The system enables interactive tooth preparation training with automated feedback on undercuts, margin quality, and cut depth, supporting independent student practice without requiring constant instructor supervision.

The results demonstrate that immersive training systems with objective assessment do not require specialized or proprietary hardware platforms. By leveraging commodity VR devices, GPU compute shaders, and volumetric representations, the simulator achieves performance and usability levels suitable for routine educational deployment. This lowers the economic barrier to entry for simulation-based

dental education and enables institutions to scale training capacity without proportional increases in physical consumables or hardware cost.

For undergraduate dental education, the platform enables repeated skill practice with immediate evaluation. Students can iteratively refine preparation techniques before clinical exposure, potentially improving procedural consistency and reducing early clinical error rates. The ability to deploy the system in both VR and desktop configurations allows institutions to adopt simulation training incrementally while maintaining a consistent software and evaluation framework.

The current system is limited to hard tissue simulation and does not model soft tissues such as gingiva or fluid interaction. While controller vibration provides basic tactile cues, the absence of true force feedback limits simulation fidelity for procedures requiring precise pressure control. Despite these limitations, the current fidelity is sufficient for early-stage psychomotor training and preparation geometry learning.

Data and Code Availability

The simulator source code and related assets are available at: <https://github.com/5pektrum/XRDentist>

References

1. Perry S, Bridges SM, Burrow MF. A review of the use of simulation in dental education. *Simul Healthc*. 2015;10(1):31-37.
2. Quinn F, Keogh P, McDonald A, Hussey D. A study comparing the effectiveness of conventional training and virtual reality simulation in the skills acquisition of junior dental students. *Eur J Dent Educ*. 2003;7(4):164-169.
3. de Boer IR, Wesselink PR, Vervoorn JM. Student performance and appreciation using 3D vs 2D vision in a virtual learning environment. *Eur J Dent Educ*. 2016;20(3):142-147.
4. Mirghani I, Mushtaq F, Allsop MJ, et al. Capturing differences in dental training using a virtual reality simulator. *Eur J Dent Educ*. 2018;22(1):67-71.
5. Kim A, Schweighofer N, Finley JM. Locomotor skill acquisition in virtual reality shows sustained transfer to the real world. *J Neuroeng Rehabil*. 2019;16:113.
6. Levac DE, Huber ME, Sternad D. Learning and transfer of complex motor skills in virtual reality: a perspective review. *J Neuroeng Rehabil*. 2019;16:121.
7. Al-Halabi MN, et al. Effectiveness of virtual reality and interactive simulators on dental education outcomes: systematic review. *Eur J Dent Educ*. 2021;25(4):728-741.
8. Lorensen WE, Cline HE. Marching cubes: a high resolution 3D surface construction algorithm. *Comput Graph*. 1987;21(4):163-169.
9. Ghanbarzadeh B, Lajevardi M. Transfer of motor skills from virtual reality to real environment. *Res Inves Sports Med*. 2021;7(4):RISM.000667. doi:10.31031/RISM.2021.07.000667

10. Han S, Yi Y, Revilla-León M, Özcan M. Feasibility of software-based assessment for automated evaluation of tooth preparation for dental crown by using a computational geometric algorithm. *Sci Rep.* 2023;13:11847.
11. Ericsson KA. Deliberate practice and the acquisition and maintenance of expert performance in medicine and related domains. *Acad Med.* 2004;79(10):S70-S81.

Presentation ID / Sunum No= 177

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0009-0006-5894-9122

Sanal Gerçeklik Kullanarak Klinik Öncesi Diş Hekimliği Eğitimi İçin Gerçek Zamanlı Voksel Tabanlı Diş Preparasyonu

77

Ra. Ali Emre Küçükkurt¹, Assoc. Prof. Dr. Muhammed Abdullah Bülbül¹, Assoc. Prof. Dr. Mahmut Sertaç Özdoğan²

¹Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Ankara, Türkiye

²Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Özet

Geleneksel klinik öncesi diş hekimliği eğitimi, genellikle özel ekipmanların yüksek maliyeti ve sarf edilebilir fiziksel materyal ihtiyacı nedeniyle kısıtlanmaktadır. Bu çalışma, PCVR konfigürasyonunda Meta Quest 3 kullanarak klinik öncesi dental operasyonlar için geliştirilen bir Sanal Gerçeklik (VR) eğitim simülasyonunu açıklamaktadır. Önerilen çerçeve, Marching Cubes algoritmasını önceden hesaplanmış İşaretili Mesafe Alanları (SDF) ile birleştirerek voksel tabanlı bir oyma yaklaşımı uygulamaktadır. Mine, dentin ve pulpa dahil olmak üzere çok katmanlı diş yapısı, görsel güncellemeleri dinamik titreşim geri bildirimi ile senkronize etmek için bir GPU StructuredBuffer içerisinde yönetilmektedir. Gerçek zamanlı performans ve kararlı kare hızları sağlamak için tüm hacimsel hesaplamalar ve yüzey yeniden yapılandırma işlemleri HLSL compute shader'lar aracılığıyla gerçekleştirilmektedir. Etkileşim modeli, kullanıcının oyma işlemi sırasında farklı materyal dirençlerini algılamasına olanak tanıyan öncelik tabanlı bir haptik kontrol yapısı kullanmaktadır. Bu mimari, klinik öncesi diş hekimliği eğitiminde motor becerilerin geliştirilmesi için düşük maliyetli ve taşınabilir bir alternatif sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Klinik Öncesi Eğitim, Sanal Gerçeklik, Marching Cubes, Voksel Oyma, İşaretili Mesafe Alanları (SDF)

Real Time Voxel Based Tooth Preparation for Pre-Clinical Dental Training Using Virtual Reality

Abstract

Traditional pre-clinical dental education is often limited by the high cost of specialized equipment and the need for expendable physical materials. This study describes a Virtual Reality (VR) training simulation developed for pre-clinical dental operations using a Meta Quest 3 in a PCVR configuration. The proposed framework implements a voxel-based carving approach by combining the Marching Cubes algorithm with pre-baked Signed Distance Fields (SDF). Multi-layered tooth data, including enamel, dentin, and pulp, are managed within a GPU StructuredBuffer to synchronize visual updates with dynamic vibration feedback. To ensure real-time performance and stable frame rates, all volumetric

calculations and surface reconstructions are handled via HLSL compute shaders. The interaction model utilizes priority-based haptic arbitration, allowing users to perceive distinct material resistances during the carving process. This architecture provides a cost-effective and portable alternative for developing motor skills in pre-clinical dental training.

Keywords: Pre-clinical Training, Virtual Reality, Marching Cubes, Voxel Carving, Signed Distance Fields (SDF)

Introduction

Traditional pre-clinical training methods present certain limitations in developing students' practical skills due to the requirement of high-cost specialized equipment. In dental education, specifically, the acquisition of practical skills for tooth carving is essential [1]. However, developing these skills typically requires expendable physical materials or highly specialized large laboratory equipment [2]. In recent years, the integration of digital technologies has opened new ways to develop these practical skills, offering the potential for cost-effective, remote, and location-independent education [3].

This study aims to develop a Virtual Reality (VR) training simulation specifically designed for pre-clinical dental operations. By applying a voxel-based approach utilizing the Marching Cubes algorithm and baked Signed Distance Fields, the proposed system simulates highly realistic, real-time material carving with simple dynamic vibration feedback, using only a standard VR headset and controllers.

Material and Method

System Architecture and Development Environment

The simulation was built on the Unity 6 (6000.0.26f1) platform to utilize its XR development framework. The simulation is architected as a PC Virtual Reality (PCVR) solution to leverage computationally stronger GPUs for real-time volumetric data processing. The development environment consisted of a workstation with an NVIDIA GeForce RTX 4070 and 16 GB of RAM. While the application logic was scripted in the C# programming language, the computationally heavy calculations of volumetric data were offloaded to the GPU via HLSL compute shaders to ensure stable real-time performance.

The Meta Quest 3 VR headset was selected for this study due to its high commercial availability. It was integrated via the OpenXR standard to manage spatial tracking and dynamic vibration feedback through the Touch Plus controllers. The headset's high-resolution display and optical clarity were utilized to ensure the level of detail required for visualizing dental anatomy. Despite its standalone capabilities, the headset was utilized as a PC linked peripheral to ensure the necessary computational throughput for real-time volumetric rendering.

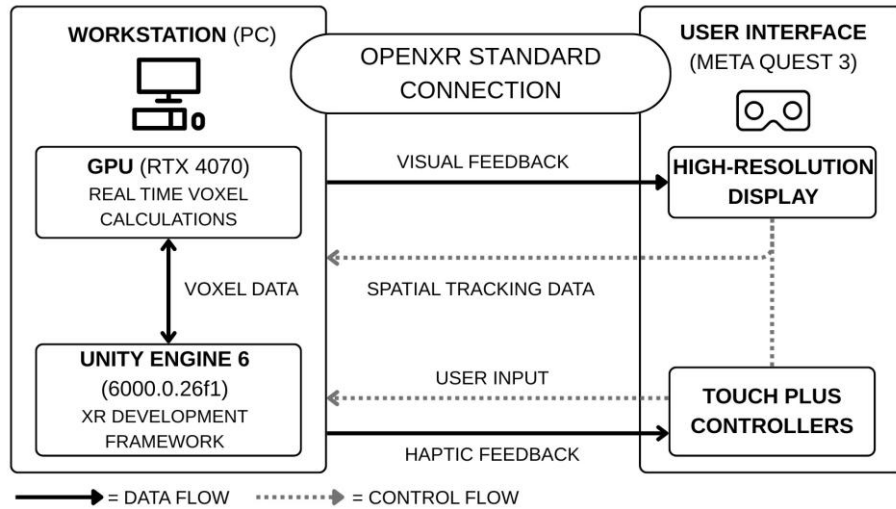


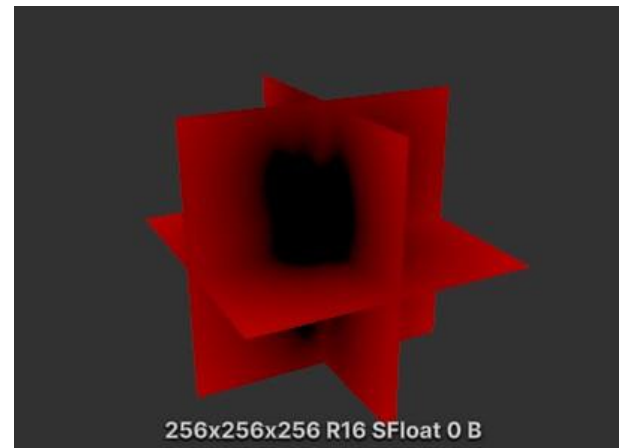
Figure 1: System architecture and data flow of the PCVR-based simulation.

Volumetric Data Representation and SDF Baking

To simulate the subtractive carving process, dental models were represented using Signed Distance Fields (SDF) rather than traditional polygonal meshes [4]. High-resolution dental geometries were converted into a 256^3 voxel grid during a pre-processing baking phase. In this representation, each voxel stores the signed distance to the nearest surface, where negative values define the interior volume and positive values define the exterior space.



(a) Mesh representation of a tooth. Inside is hollow only surface is defined.



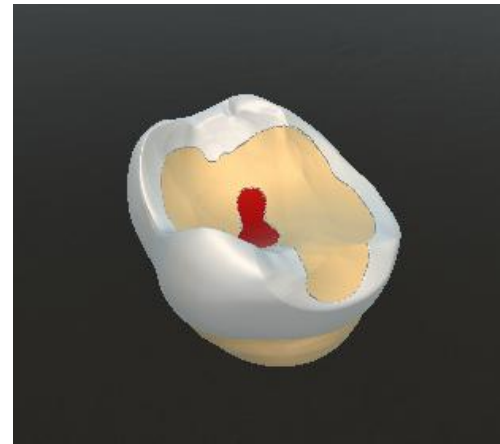
(b) Cross-sectional visualization of the baked SDF volume along three axes. Red gradients indicate exterior distance, while dark regions represent the interior volume.

Figure 2: Different ways to represent a tooth.

To represent the layered nature of teeth, a multi-layered SDF structure was implemented. Separate SDF volumes were baked for the enamel, dentin, and pulp layers, allowing the system to distinguish between different material properties. These baked SDF structures are stored as 3D texture assets for ease of use in the Unity Engine. This layered approach enables the simulation to provide varying haptic vibration force and distinct visual feedback as the user carves through different anatomical depths [5]. Additionally, the geometries of various dental burs such as round and fissure types were also pre-baked into high-resolution SDF volumes.



(a) Generated mesh with embedded layer data derived from SDF.



(b) Internal view of the anatomical layers (enamel, dentin, and pulp) exposed after a simulated drilling operation.

Figure 3: Multi-layered tooth reconstruction.

The decision to use baked SDFs for dental burs, rather than analytical distance functions, was made to ensure computational consistency and geometric accuracy. While analytical functions are efficient for simple primitives, baked volumes allow the representation of complex, high-fidelity bur geometries without increasing the real-time calculation overhead on the GPU. Furthermore, this approach streamlines the content creation pipeline; adding new bur types to the simulation only requires a mesh representation of the tool, which can be easily processed into a distance field. By representing both the dental anatomy and the carving tools as distance fields, the system can perform real-time boolean subtraction through a single sampling operation on the GPU [4]. The overlapping volumes are managed within the GPU memory as multi-channel 3D textures, ensuring that transition boundaries between layers are processed with high precision during the real-time reconstruction phase.

Dynamic Surface Reconstruction With Marching Cubes

The visual surface of the dental anatomy is dynamically generated from the multi-layered SDF data using a GPU-accelerated Marching Cubes algorithm [6]. The core of this system is built upon an optimized opensource implementation of the algorithm for Unity Engine which was further modified for the study's use case. As the user performs carving operations, the distance values within the voxel grid are updated in real-time. The algorithm evaluates each voxel cell to locate the boundary where the distance value is zero, thus identifying the tooth's surface. When a cell spans this boundary, the algorithm calculates exactly where the surface intersects the voxel edges. To achieve a smooth tooth surface, linear interpolation is applied at these intersection points, mitigating the staircase effect common in voxel grids. It then uses a pre-defined lookup table of 256 possible patterns to generate the corresponding triangular faces [6]. The algorithm runs every frame so that any update on the SDF volume is instantly reflected in the visible 3D geometry.

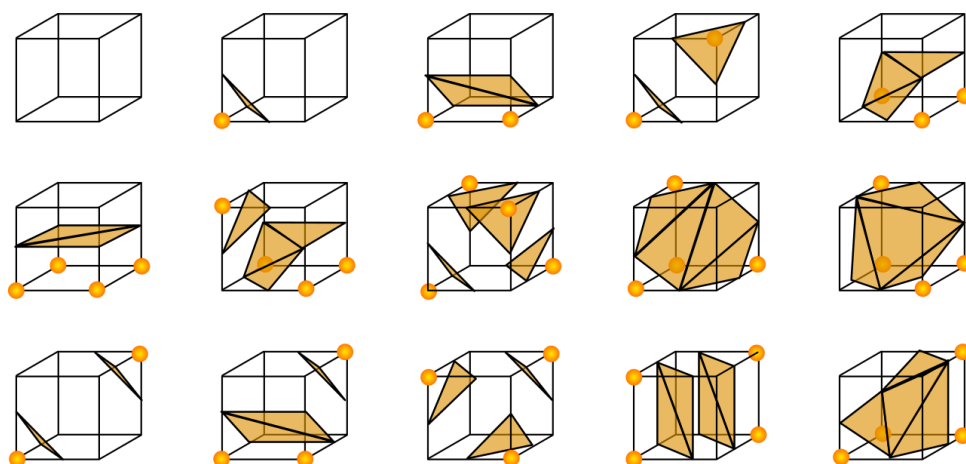


Figure 3: 15 basic configurations used in the Marching Cubes algorithm (Source: Wikimedia Commons, Created by Yves-Et-Lulu, licensed under CC BY-SA 3.0).

To maintain the high frame rates necessary for a smooth VR experience, the Marching Cubes algorithm is calculated on the GPU using Unity's compute shaders, allowing for massive parallel processing of the voxel data. Marching Cubes was selected for its simplicity and ease of implementation compared to other iso-surface construction algorithms.

Interaction Design and Physical Feedback

Interaction within the virtual environment is managed through the Meta Quest 3 Touch Plus controllers, which simulate the dental hand-piece and various bur types. To provide a realistic sense of material resistance, the system employs a vibrating feedback loop driven by volumetric data stored in a GPU Structured-buffer. Each voxel in this buffer contains a custom data structure that holds both the signed distance value and a specific Material ID, representing enamel, dentin, or pulp.

When the virtual bur contacts the tooth, the system performs a sampling operation at the point of interaction. During this sample, the system retrieves the distance value, the Material ID, and the surface normal calculated from the SDF gradient. The surface normal is used to determine the direction of the interaction, while the Material ID acts as an index for a lookup table containing resistance coefficients.

In scenarios where the bur's volume overlaps multiple anatomical layers simultaneously, the system applies a priority based logic. The vibration controller algorithm identifies the material with the highest resistance coefficient within the contact area. This prevents "feedback softening" and ensures that the user clearly perceives the transition from the hard enamel to the softer dentin layer, a key requirement for surgical fidelity in virtual dental simulators [7]. The calculated intensity is then dispatched to the controller's linear resonant actuators as a real-time vibration.

It is important to note the distinction between the physical sensations felt by the user and the simulated physics. While the Meta Quest 3 controllers provide vibrational haptic feedback, they do not offer active force feedback; therefore, the user's physical hand is not physically pushed back by the tooth surface. To address this in some way, the system implements virtual constraints. While the physical controller moves freely, the "virtual hand-piece" in the simulation is constrained by the SDF collision data. When the bur contacts a surface, the virtual tool's movement is restricted at the boundary, creating a visual "stiffness" that complements the haptic vibration.

Conclusion and Future Work

This study demonstrates the technical feasibility of a high-fidelity dental training simulation using a voxel based carving approach on a consumer-grade VR system. By integrating Signed Distance Fields (SDF) with a GPU-accelerated Marching Cubes algorithm, the simulation achieves a seamless transition between dental layers while maintaining a smooth visual surface with high resolution. Storing material properties in a GPU StructuredBuffer enables more control over each layer logic that provides

a physical distinction between enamel, dentin, and pulp, which is a critical requirement for pre-clinical training [7].

Future work will focus on three primary areas to enhance the system's educational and technical value. First, comprehensive user evaluation trials will be conducted with dental students and faculty to assess the effectiveness and the transfer of learning to real-world pre-clinical practice. Second, an objective scoring system will be implemented to provide data-driven assessment based on carving precision and material removal accuracy. Finally, the performance and visual fidelity of the current Marching Cubes implementation will be compared against alternative iso-surface reconstruction algorithms, such as Dual Contouring or Dual Marching Cubes, to further optimize the simulation for better performance.

References

1. Meghanand T Nayak, Priya Sahni, Abhishek Singhvi, and Anjali Singh. The perceived relevance of toothcarving in dental education: Views of practicing dentists and faculty in west india. *Education for Health*, 27(3):238–242, 2014.
2. Angie Lok-Sze Leung, Conson Yeung, Samantha Chu, Amy Wai-Yee Wong, Ollie Yiru Yu, and Chun-HungChu. Use of computer simulation in dental training with special reference to simodont. *Dentistry journal*, 9(11):125, 2021.
3. Tim Joda, GO Gallucci, Daniel Wismeijer, and Nicola U Zitzmann. Augmented and virtual reality in dentalmedicine: A systematic review. *Computers in biology and medicine*, 108:93–100, 2019.
4. Sarah F Frisken, Ronald N Perry, Alyn P Rockwood, and Thouis R Jones. Adaptively sampled distancefields: A general representation of shape for computer graphics. In *Proceedings of the 27th annual conference on Computer graphics and interactive techniques*, pages 249–254, 2000.
5. Laehyun Kim and Se Hyung Park. Haptic interaction and volume modeling techniques for realistic dentalsimulation. *The Visual Computer*, 22(2):90–98, 2006.
6. William E Lorensen and Harvey E Cline. Marching cubes: A high resolution 3d surface construction algorithm. In *Seminal graphics: pioneering efforts that shaped the field*, pages 347–353. 1998.
7. David Escobar-Castillejos, Julieta Noguez, Luis Neri, Alejandra Magana, and Bedrich Benes. A review ofsimulators with haptic devices for medical training. *Journal of medical systems*, 40(4):104, 2016.

Presentation ID / Sunum No= 191

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-6052-0388

Tipik İki Vaka Örneği ile Stafne Kemik Defekti

83

Researcher Lamia Yıldız¹, Asst. Prof. Dr. Savaş Özarslantürk¹

¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi Gülhane Diş Hekimliği Fakültesi

Özet

Stafne kemik defekti (SKD), mandibulanın daha çok posterior bölgesinde nadiren de anterior-premolar apeks bölgesinde karşılaşılan, genellikle asemptomatik ve rutin radyografik incelemeler sırasında tesadüfen saptanan benign kemik depresyonudur. Bu çalışmada rutin dental kontroller sırasında panoramik radyografilerde saptanan iki Stafne kemik defekti vakası sunulmuştur. Her iki vakada da panoramik radyografide mandibulada iyi sınırlı radyolusent alanlar izlenmiş, konik ışınli bilgisayarlı tomografi kullanılarak yapılan ayrıntılı incelemede ise mandibulanın lingual korteksini etkileyen kemik kavitesi doğrulanmıştır. Radyografik bulgular doğrultusunda hastalara Stafne kemik defekti tanısı konulmuş ve cerrahi müdahale gereksinimi olmadığı konusunda Ağız, Diş ve Çene Cerrahisi Anabilim Dalı ile fikir birliği sağlanmıştır. Stafne kemik defektinin karakteristik görüntüleme özelliklerinin bilinmesi doğru tanı konulmasını ve gereksiz cerrahi girişimlerden kaçınılmasını sağlamıştır.

Anahtar Kelimeler: Stafne, CBCT, Mandibular Defekt

Giriş:

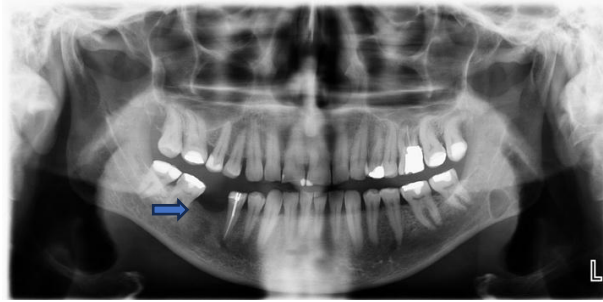
Stafne kemik defekti (SKD), mandibulanın lingual yüzeyinde, genellikle asemptomatik ilerleyen patolojik olmayan kemik depresyonuna verilen addır (1-5). İlk kez 1942 yılında Edward Stafne tarafından mandibulanın posterior bölgesinde radyolusent alanlar olarak tanımlanmıştır (6-10). Çoğunlukla angulus mandibula ile mandibular üçüncü molar diş arasındaki bölgede, nadiren de anterior-premolar apeks bölgesinde, inferior alveolar kanalın altında ve mandibular alt sınırın üzerinde lokalize olarak görülür ve genellikle rutin radyografik incelemeler sırasında tesadüfen saptanır (11-17). Literatürde bu oluşum için Stafne kisti, statik kemik kavitesi ve lingual mandibular kemik depresyonu gibi farklı terimler de kullanılmıştır (18,19).

SKD'nin etiyopatogenezi hakkında çeşitli hipotezler mevcuttur. Defekt Edward Stafne tarafından ilk kez tanımlandığında nedenini mandibulanın gelişimsel bozukluğu olarak açıklamıştı. Bu hipotez defektin çoğunlukla yetişkin hastalarda sonradan teşhis edilmesi sebebiyle zaman içinde reddedildi (5). Günümüzde çoğunlukla kabul edilen görüş iç basınç rezorpsiyon hipotezidir (2-8). Bu hipoteze göre submandibular veya sublingual tükürük bezlerinin yarattığı basınç kemik defektine sebep olur (10,12,13,15,16,18).

Bu çalışmada, panoramik radyografik inceleme sırasında tesadüfen saptanan iki Stafne kemik defekti olgusu sunulmuş ve radyografik özellikleri literatür eşliğinde değerlendirilmiştir.

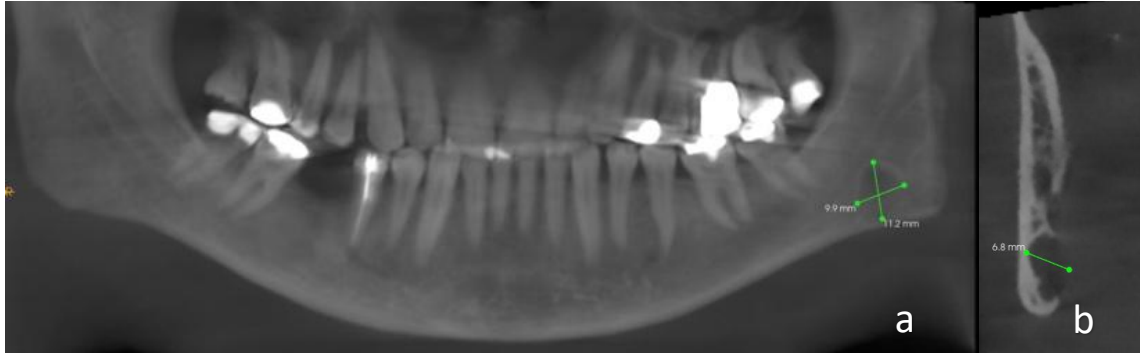
Vaka Sunumu:

VAKA 1: 53 yaşındaki asemptomatik erkek hasta, rutin dental muayene için kliniğimize başvurmuştur. Hastadan alınan klinik anamnezde herhangi bir sistemik hastalığının bulunmadığı, hastanın bu oluşumdan haberinin veya şikayetinin olmadığı ve ilgili bölgeyi etkileyebilecek herhangi bir travma öyküsü bulunmadığı öğrenildi. Hastanın ekstraoral muayenesinde ilgili bölgede bir lenfadenopati, parestezi veya anormal cilt görüntüsü ortaya çıkmadı. Rutin panoramik radyografide sol alt çenesinde uniloküler ve sklerotik sınırlı bir radyolusent alan tespit edildi (Şekil 1). Lezyon mandibular kanal ile mandibular korteks arasında konumlanmıştı. Bu bulgulara dayanarak SKD teşhisi konuldu ve herhangi bir cerrahi müdahaleye gerek olmadığına karar verildi.

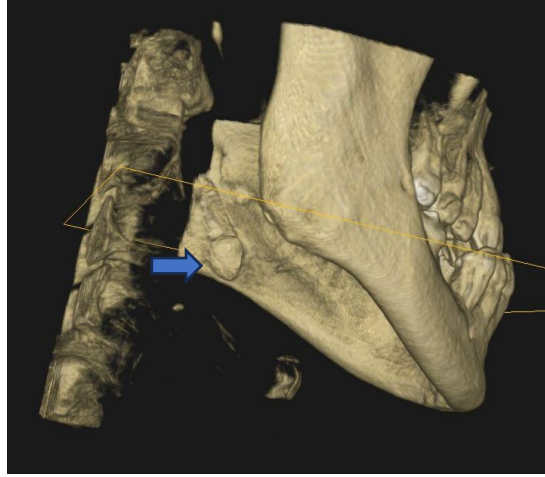


Şekil 1- OPG Alt sınıra yakın mandibulanın sol angulus bölgesinde iyi sınırlı bir radyolusent lezyon.

Olası bir patoloji ihtimalini dışlama amacıyla alınan KIBT taramasında; mandibulanın lingual sınırını etkileyen ve bukkal kortekste incelmeye sebep olan 6,8 mm x 9,9 mm x 11,2 mm {anterior posterior (AP) × enine (TR) × kraniokaudal 1 (CC)} boyutlarında düzenli sınırlı bir konkavite görülmekteydi (Şekil 2). KIBT görüntüsünün 3D rekonstrüksiyonunda, mandibulanın sol tarafında lingual korteksteeki depresyon alanı belirgin bir şekilde izlenmekteydi (Şekil 3).



Şekil 2-a) KIBT'den elde edilmiş panoramik görüntü ve SKD'nin enine ve kraniokaudal boyutları
b) Kavitenin derinliğini gösteren koronal görünüm ve izlenemeyen lingual korteks



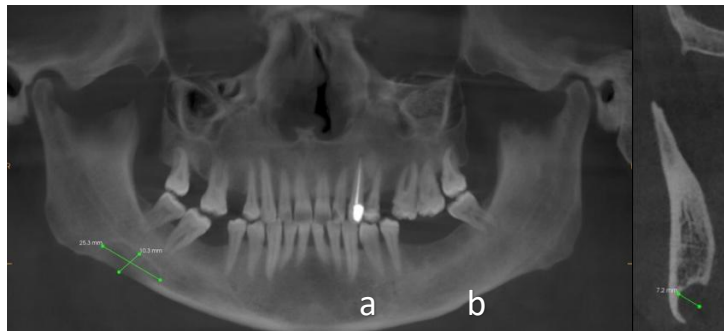
Şekil 3- Sol lingual kortikal yüzeyde konkaviteyi gösteren 3D rekonstrüksiyonu

VAKA 2: 40 yaşındaki asemptomatik erkek hasta, protetik tedavi amacıyla kliniğimize başvurmuştur. Hastadan alınan klinik anamnezde herhangi bir sistemik hastalığının bulunmadığı, rutin panoramik radyografisinde mandibula sağ korpusunda mandibula alt sınırına oldukça yakın, sklerotik sınırlı ve uniloküler bir radyolusensi tespit edildi. Bu oluşumda mandibular kanalın alt sınırı net bir şekilde görülebiliyordu.



Şekil 4- OPG Alt sınıra yakın mandibulanın sağ korpus bölgesinde iyi sınırlı bir radyosent lezyon.

Fakat yine de mandibular kanal ile ilişkisini net bir şekilde görüntüleme amacıyla alınan KIBT taramasında 7,2 mm x 25,3 mm x 10,3 mm {anterior posterior (AP) × enine (TR) × kraniokaudal (CC)} boyutlarında, mandibulanın lingual sınırını etkileyen ve bukkal kortekste incelmeye sebep olan düzenli sınırlı bir kavite ile karşılaşıldı (Şekil 5). KIBT görüntüsünün 3D rekonstrüksiyonunda, mandibulanın sağ tarafında lingual kortekste depresyon alanı belirgin bir şekilde izlenmekteydi (Şekil 6). Bu bulgular doğrultusunda hastaya Stafne kemik kavitesi teşhisi konularak 6 ayda bir klinik takip önerisi yapıldı.



Şekil 5- a) KIBT’den elde edilmiş panoramik görüntü ve SKD’nin enine ve kraniokaudal boyutları
b) Kavitenin derinliğini gösteren koronal görünüm ve izlenemeyen lingual korteks



Şekil 6- Sağ lingual kortikal yüzeyde konkaviteyi, gösteren 3D rekonstrüksiyonu

Tartışma:

SKD; genel olarak mandibulanın lingual korteksini etkileyen, rutin radyografik incelemeler sırasında tesadüfen saptanan asemptomatik bir kemik defektidir (1-5). Çoğunlukla mandibular kanal ve mandibulanın alt sınırı arasında, corpus ve angulus bölgelerinde lokalize olur (10-15). Tipik klinik belirtileri olmaması sebebiyle rutin dental kontroller sırasında alınan panoramik radyografilerde tesadüfen saptanır (8,9).

Radyografik olarak Stafne kemik defektinin görüntüsü genellikle tipiktir ve inferior alveolar kanalın altında, iyi sınırlı bir yuvarlak veya oval şekilli bir radyolusent alan olarak izlenir. Bu spesifik görünüm çoğu vakada genellikle tanı koydurucu olmakla birlikte bazı durumlarda ameloblastoma, basit kemik kisti, odontojenik kistler ve metastatik lezyonlar ile ayırıcı tanısının yapılması gereklidir (10,12). Bu sebeple bazı durumlarda lezyonun inferior alveolar kanal ile ilişkisini değerlendirmek ve mandibulanın lingual korteksini etkileyip etkilemediğini görmek amacıyla KIBT gibi ileri görüntüleme tekniklerinden yararlanılabilir (13,18).

Raporladığımız iki vakada hastalar asemptomatikti ve tesadüfen ortopantomografta iyi sınırlı bir radyolusensiyle karşılaşıldı. İlk vakamızda bu defekt ile mandibula 46-47 numaralı dişlerin apeks hizasında karşılaşıırken, ikinci vakamızda mandibulanın korpus kısmında karşılaştık. Her iki vakada da kemik defekti mandibulanın lingual korteksini etkilemekteydi ve mandibulanın alt sınırına yakın yerleşim göstermekteydi. Her iki hastanın da asemptomatik olması ve lezyonların özgün radyografik görünümü Stafne kemik defekti tanısını desteklemiştir. SKD'nin benign ve stabil yapısı nedeniyle genellikle çoğu vakada cerrahi tedaviye gerek duyulmaz (3,5,7). Tanının radyografik olarak doğrulanması durumunda klinik ve radyografik bulgular yeterli kabul edilmektedir. Sunulan vakalarda invaziv girişime gerek duyulmamış, bir vakada yalnızca takip önerilmiştir.

Sonuç:

Stafne kemik defekti, mandibulada düzenli sklerotik sınırlı radyolusent bir alan olarak izlenen ve genellikle tesadüfen saptanan benign bir oluşumdur. KIBT ile yapılan değerlendirmelerde kemik defektinin lingual sınırının olmaması tanıda ayırıcı özellik olarak düşünülmüştür. Bu lezyonun spesifik görüntüleme bulgularının bilinmesi ayırıcı tanı açısından önemlidir ve gereksiz cerrahi girişimlerin önlenmesine yardımcı olabilir. Sunulan vakalar, KIBT gibi uygun radyolojik teknikler ile SKD tanısının güvenle konulabileceğini göstermektedir.

Kaynakça:

1. Turkoglu K, Orhan K. Stafne bone cavity in the anterior mandible. J Craniofac Surg. 2010 Nov;21(6):1769-75. doi: 10.1097/SCS.0b013e3181f40347. PMID: 21119418.
2. Butt FM, Butt SM, Chindia ML. Benign Mandibular Cavity/Stafne's Bone Cyst: A Case Report and Review. Clin Case Rep. 2025 Dec 9;13(12):e71664. doi: 10.1002/ccr3.71664. PMID: 41383534; PMCID: PMC12689235.
3. Niknami M, Parsa A, Khodadadi Z. Effect of Stafne bone defect on the adjacent tooth: A review of the literature. Imaging Sci Dent. 2022 Jun;52(2):165-170. doi: 10.5624/isd.20210275. Epub 2022 May 13. PMID: 35799968; PMCID: PMC9226236.
4. Kaya M, Ugur KS, Dagli E, Kurtaran H, Gunduz M. Stafne bone cavity containing ectopic parotid gland. Braz J Otorhinolaryngol. 2018 Sep-Oct;84(5):669-672. doi: 10.1016/j.bjorl.2016.02.004. Epub 2016 Apr 14. PMID: 27133906; PMCID: PMC9452247.
5. Sisman Y, Miloglu O, Sekerci AE, Yilmaz AB, Demirtas O, Tokmak TT. Radiographic evaluation on prevalence of Stafne bone defect: a study from two centres in Turkey. Dentomaxillofac Radiol. 2012 Feb;41(2):152-8. doi: 10.1259/dmfr/10586700. Epub 2011 Nov 10. PMID: 22074869; PMCID: PMC3520381.
6. Boffano P, Ruslin M. Stafne Bone Cavity: A systematic review. J Clin Exp Dent. 2025 Jun 1;17(6):e725-e731. doi: 10.4317/jced.62755. PMID: 40621143; PMCID: PMC12225759.
7. Schneider T, Filo K, Locher MC, Gander T, Metzler P, Grätz KW, Kruse AL, Lübbers HT. Stafne bone cavities: systematic algorithm for diagnosis derived from retrospective data over a 5-year period. Br J Oral Maxillofac Surg. 2014 Apr;52(4):369-74. doi: 10.1016/j.bjoms.2014.01.017. Epub 2014 Feb 21. PMID: 24560588.
8. Assaf AT, Solaty M, Zrnc TA, Fuhrmann AW, Scheuer H, Heiland M, Friedrich RE. Prevalence of Stafne's bone cavity--retrospective analysis of 14,005 panoramic views. In Vivo. 2014 Nov-Dec;28(6):1159-64. PMID: 25398816.
9. Chen MH, Kao CT, Yu-Fong Chang J, Wang YP, Wu YH, Chiang CP. Stafne bone defect of the molar region of the mandible. J Dent Sci. 2019 Dec;14(4):378-382. doi: 10.1016/j.jds.2019.05.002. Epub 2019 Jun 13. PMID: 31890125; PMCID: PMC6921125.
10. Prechtl C, Stockmann P, Neukam FW, Schlegel KA. Enlargement of a Stafne cyst as an indication for surgical treatment - a case report. J Craniomaxillofac Surg. 2013 Apr;41(3):270-3. doi: 10.1016/j.jcms.2012.10.013. Epub 2012 Dec 5. PMID: 23218505.
11. Cruces Valdivia AG, Fiori-Chíncaro GA, Agudelo-Botero AM. Cavidad idiopática de Stafne: características y consideraciones imagenológicas. Una revisión [Stafne's idiopathic bone cavity: characteristics and imagenological considerations. A review]. Rev Cient Odontol (Lima). 2021 Oct 6;9(3):e076. Spanish. doi: 10.21142/2523-2754-0903-2021-076. PMID: 38464852; PMCID: PMC10919805.
12. Münevveroğlu AP, Aydın KC. Stafne bone defect: report of two cases. Case Rep Dent. 2012;2012:654839. doi: 10.1155/2012/654839. Epub 2012 Sep 23. PMID: 23050171; PMCID: PMC3461625.
13. ŞAHİN, Meltem; GÖRGÜN, Sebahat; GÜVEN, Orhan. Stafne kemik kavitesi. *Türkiye Klinikleri Journal of Dental Sciences*, 2005, 11.2: 39-42.
14. Chen CA, Ahn Y, Odell S, Mupparapu M, Graham DM. Developmental salivary gland depression in the ascending mandibular ramus: A cone-beam computed tomography study. Imaging Sci Dent. 2016 Sep;46(3):223-7. doi: 10.5624/isd.2016.46.3.223. Epub 2016 Sep 20. PMID: 27672619; PMCID: PMC5035728.
15. More CB, Das S, Gupta S, Patel P, Saha N. Stafne's Bone Cavity: A Diagnostic Challenge. J Clin Diagn Res. 2015 Nov;9(11):ZD16-9. doi: 10.7860/JCDR/2015/14273.6772. Epub 2015 Nov 1. PMID: 26673626; PMCID: PMC4668534.
16. Nishimura S, Osawa K, Tanaka T, Imamura Y, Kokuryo S, Habu M, Jyoujima T, Miyamura Y, Mochida KI, Inoue T, Kito S, Wakasugi-Sato N, Matsumoto-Takeda S, Oda M, Yoshiga D, Kodama M, Sasaguri M, Tominaga K, Yoshioka I, Morimoto Y. Multiple mandibular static bone depressions

- attached to the three major salivary glands. *Oral Radiol.* 2018;34:277–280. doi: 10.1007/s11282-017-0304-x.
17. Aps JKM, Koelmeyer N, Yaqub C. Stafne's bone cyst revisited and renamed: the benign mandibular concavity. *Dentomaxillofac Radiol.* 2020 May 1;49(4):20190475. doi: 10.1259/dmfr.20190475. Epub 2020 Feb 3. PMID: 31944858; PMCID: PMC7213533.
 18. Sisman Y, Etöz OA, Mavili E, Sahman H, Tarim Ertas E. Anterior Stafne bone defect mimicking a residual cyst: a case report. *Dentomaxillofac Radiol.* 2010 Feb;39(2):124-6. doi: 10.1259/dmfr/49320253. PMID: 20100926; PMCID: PMC3520195.
 19. Chen CY, Ohba T. An analysis of radiological findings of Stafne's idiopathic bone cavity. *Dentomaxillofac Radiol.* 1981;10(1):18-23. doi: 10.1259/dmfr.1981.0004. PMID: 6949841.

Presentation ID / Sunum No= 194

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0001-9756-8265

Juvenil İdiyopatik Artrit'in Manyetik Rezonans Görüntüleme ile Değerlendirilmesi

89

Researcher Abdullah Aktaş¹, Researcher Zehra İrem Öztürk Barut¹, Asst. Prof. Dr. Seyide Tuğçe Gökdeniz²

¹Ankara Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

²Aksaray Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Özet

Juvenil İdiyopatik Artrit (JIA), 16 yaşından küçük çocuklarda altı hafta veya daha uzun süren bir grup hastalığı kapsayan genel bir terimdir. JIA, vücuttaki tüm sinovial eklemleri etkileyebilir. Temporomandibular eklemler (TME) de yaygın ve önemli tutulum alanlarından biridir. Çalışmalar, JIA hastalarında TME tutulum oranının %17 ile %87 arasında değiştiğini ve etkilenen eklem sayısı arttıkça görülme sıklığının da arttığını göstermiştir. Ancak, JIA hastalarında TME aynı zamanda ilk veya tek etkilenen eklem olabilir. TME'in anatomik özellikleri ve kıkırdak yapısı nedeniyle, pediatrik yaş grubunda aktif artrit gelişmekte olan eklemi etkilemesi, uzun vadede mandibular disfonksiyon ve fasial deformite gibi kronik geri dönüşü olmayan sonuçlara yol açabilir. Farklı görüntüleme yöntemleri, pediatrik hastalarda JIA'ya dair değerli bilgiler sağlar. Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG), ultrason ve konvansiyonel radyografi, JIA'nın değerlendirilmesinde kullanılabilir. MRG, hem inflamatuvar hem de dejeneratif değişiklikleri değerlendirmek için tercih edilen görüntüleme yöntemidir. Sinovit, tenosinovit, entesit, bursit, osteit, kıkırdak kaybı, kemik kistleri ve erozyonlar JIA'da teşhis edilen lezyonlardır ve MRG'de hassas bir şekilde görüntülenebilirler. Sinovit, yıkıcı ve geri dönüşümsüz eklem değişikliklerine ve ardından fonksiyonel bozukluğa yol açabilir. Kalıcı eklem hasarını önlemek ve eklem fonksiyonunu korumak için hızlı tanı şarttır.

Anahtar Kelimeler: Juvenil İdiyopatik Artrit, Temporomandibular Eklem, Manyetik Rezonans Görüntüleme

Magnetic Resonance Imaging Evaluation of Juvenile Idiopathic Arthritis

Abstract

Juvenile idiopathic arthritis (JIA) is an general term for a group of diseases in children younger than 16 years old lasting six weeks or longer. JIA can effect all synovial joints in the body. Temporomandibular Joints (TMJ) are also one of the common and important area of involvement. Studies have shown that the prevalence of TMJ involment in JIA patients ranges between 17 and 87% and frequency increases as the number of effected joints increases. But, TMJ may also be the first or only joint involment in JIA.

Owing to the anatomical features and cartilage structure of the TMJ, active arthritis affecting the developing joint in the pediatric age group can lead to chronic irreversible sequelae such as mandibular dysfunction and facial appearance disorders in the long term. Different imaging methods provide valuable information about JIA in pediatric patients. Magnetic Resonance Imaging (MRI), ultrasound, and conventional radiography can be used in the evaluation of JIA. MRI is the preferred imaging method for evaluating both inflammatory and degenerative changes. Synovitis, tenosynovitis, enthesitis, bursitis, osteitis, cartilage loss, bone cysts, and erosions are lesions diagnosed in JIA, and they can be precisely imaged in MRI. Synovitis may lead to destructive and irreversible joint changes with subsequent functional impairment. Prompt diagnosis is essential to prevent permanent joint damage and preserve joint functionality

Keywords: Juvenile Idiopathic Arthritis, Temporomandibular Joints, Magnetic Resonance Imaging

GİRİŞ

Juvenil idiyopatik artriti (JIA), sadece eklemleri değil, gözler, deri ve iç organlar da dahil olmak üzere eklem dışı yapıları da etkileyen, sakatlığa ve hatta ölüme yol açabilen kronik çocukluk çağı artritinin tüm formlarını bir araya getirir. 16 yaşından önce başlayan ve en az 6 hafta süren, nedeni bilinmeyen artrit varlığı olarak tanımlanır [1].

JIA tipik olarak diz ve bilek gibi periferik eklemleri etkilese de, temporomandibular eklem (TME) tutulumu giderek daha fazla tanınmaktadır ve asemptomatik hastalarda bile mevcut olabilir. Temporomandibular eklemdaki enflamasyon; sinovite, eklem sıvısı birikimine, kemik iliği ödeme, kıkırdak ile subkondral kemiğin ilerleyici yıkımına yol açabilir. Kronik enflamasyon; kondil erozyonu, eklem yüzeylerinin düzleşmesi ve glenoid fossanın genişlemesi gibi yapısal değişikliklere yol açabilir. Bu değişiklikler, özellikle sekiz yaşın altındaki çocuklarda alt çenenin büyümesini ve işlevini ciddi şekilde bozabilir ve potansiyel olarak yüz asimetrisi, mikrognati, maloklüzyon, sınırlı maksimum kesici diş açıklığı ve kronik ağrıya yol açabilir. Çene eklemi bozukluğu, eklem tutulumu olmasa bile normal şekilde gelişebilir; ancak eklem bütünlüğünü korumak ve uzun vadeli komplikasyonları önlemek için erken teşhis ve tedavi kritik öneme sahiptir [2, 3].

JIA'nın etiyolojisi hâlâ bilinmemektedir. JIA'nın genetik olarak hassas bir bireyde çevresel maruziyetler sonucu ortaya çıktığı düşünülmektedir, ancak bu risk faktörlerinin ne olduğu henüz belirsizdir. JIA'nın prognozu önemli ölçüde iyileşmiş olsa da, bazı çocuklarda tedaviye yanıt hala yetersizdir. Uygun şekilde tedavi edilmezse, JIA eklem hasarına ve geri dönüşü olmayan sakatlığa neden olabilir [4]. JIA'de görüntüleme çalışmaları geleneksel olarak konvansiyonel radyografiye dayanmaktadır. Bununla birlikte, son birkaç yıldır MRG ve ultrasonografi kullanımına olan ilgi artmıştır [5].

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG), inflamatuvar süreci değerlendirir. JIA ve Juvenil Spondiloartrit (JSpA)'deki inflamatuvar ve yıkıcı değişikliklerin değerlendirilmesinde fizik muayene, geleneksel radyografi veya ultrasona kıyasla daha hassastır. MRG, kemik iliği ödemi, sinovyal enflamasyonu ve entezopatiyi değerlendirebilir. Ayrıca osteokondral hasarı tespit etmede son derece hassastır. İyonlaştırıcı radyasyon içermemesi ve üstün kontrast çözünürlüğü ek avantajlardır [6].

Vaka Raporları

Vaka Raporu 1

16 yaşında sistemik hastalığı bulunmayan kadın hasta ağız açmada güçlük ve sağ temporomandibular eklem bölgesindeki şiddetli ağrı nedeniyle kliniğimize başvurdu. Alınan manyetik rezonans görüntülerinde proton ağırlıklı sagittal görüntülerde sağ ve sol tarafta anterior disk deplasmanı, kondilde dejeneratif değişiklikler ve süperior eklem kompartmanında efüzyon izlenmiştir. T2 ağırlıklı görüntülerde sağ ve sol tarafta süperior eklem kompartmanında yer alan efüzyonun temporomandibular eklem diskine bası yaptığı gözlenmiştir. Her iki inferior eklem kompartmanında da sinoviyal

membranda genişleme dikkati çekmiştir. Proton ağırlıklı koronal ve T2 koronal görüntülerde hem sağ hem de sol tarafta efüzyon bulgusu ve diskin mediale deplase olduğu izlenmiştir. Ağız açık görüntülerde ise sağ tarafta eklemde hareket kısıtlılığıyla birlikte redüksiyonlu disk deplasmanı, sol tarafta ise redüksiyonsuz disk deplasmanı gözlenmiştir.

Vaka Raporu 2

15 yaşında sistemik hastalığı bulunmayan erkek hasta ağız açmada güçlük ve sağ temporomandibular eklem bölgesindeki şiddetli ağrı nedeniyle kliniğimize başvurdu. Alınan manyetik rezonans görüntülerinde proton ağırlıklı sagittal görüntülerde sağ temporomandibular eklem kondilinde ve retrodiskal dokularda dejeneratif değişiklikler izlenmektedir. Disk, anteriora deplase olarak biplaner şekilde gözlenmiştir. Sol tarafta da aynı şekilde kondilde dejeneratif değişiklikler ve posterior bölgede retrodiskal laminada sinyal intensite artışı dikkati çekmiştir. T2 ağırlıklı görüntülerde sağ ve sol tarafta yoğun dejeneratif değişiklikler söz konusudur. Özellikle sağ tarafta medialde dejeneratif bulgular ve lateralde de osteokondritis dissekans tarzı görüntüler izlenmiştir. Ağız açık görüntülerde ise sağ tarafta diskte perforasyon şüphesi özellikle posteriora doğru mevcuttur. Sol tarafta ise diskin posterior bandında kalınlaştığı, retrodiskal laminada retrodiskitis varlığı, kondilde dejeneratif değişiklikler söz konusudur.

91

Vaka Raporu 3

15 yaşında sistemik hastalığı bulunmayan erkek hasta ağız açmada güçlük ve hem sağ hem de sol tarafta temporomandibular eklem bölgesindeki şiddetli ağrı nedeniyle kliniğimize başvurdu. Alınan manyetik rezonans görüntülerinde proton ağırlıklı sagittal görüntülerde sağ ve sol temporomandibular eklemde anterior disk deplasmanı ve yoğun dejeneratif değişiklikler dikkati çekmiştir. T2 ağırlıklı sagittal görüntülerde minimal efüzyon odakları hem sağ hem de sol tarafta izlenmiştir. T2 stir görüntülerde sağ ve sol temporomandibular eklemde kemik iliği ödemi ve yine yoğun dejeneratif bulgular gözlenmiştir. Ağız açık görüntülerde ise sağ ve sol tarafta redüksiyonsuz anteriora disk deplasmanı izlenmiştir. Her iki eklem diskinde de katlanma dikkati çekmiştir.

Tartışma

Temporomandibular eklem tutulumu, Juvenil İdiyopatik Artrit'in önemli bulgularından biridir. Fakat çoğu zaman erken dönemde fark edilemeyebilir. Literatürde TME tutulumunun JIA'lı hastalarda oldukça yüksek oranlarda görülebildiği ve çoğu zaman başlangıçta belirgin klinik semptom vermeyebileceği bildirilmektedir. Bununla birlikte hastalarda ilerleyen dönemlerde ağız açmada kısıtlılık, ağrı ve fonksiyonel bozukluk gibi semptomlar gözlenebilmektedir [7-9]. Sunulan vakalarda da hastaların başlıca şikayetlerinin ağız açmada güçlük ve şiddetli temporomandibular eklem ağrısı olduğu görülmüştür. Bu klinik bulgular TME tutulumu olan JIA hastalarında sıklıkla bildirilen semptomlarla uyumludur.

Manyetik rezonans görüntüleme, TME'deki inflamatuvar ve erken dönem yapısal değişiklikleri değerlendirmede en duyarlı görüntüleme yöntemlerinden biri olarak kabul edilmektedir. MR özellikle sinoviyal enflamasyon, eklem efüzyonu, kemik iliği ödemi ve disk pozisyonu gibi yumuşak doku değişikliklerinin değerlendirilmesinde önemli avantajlar sağlamaktadır. Bu nedenle JIA'de de TME tutulumunun değerlendirilmesinde altın standart görüntüleme yöntemi olarak kabul edilmektedir [10-12]. Bu çalışmada yer alan vakalarda proton ağırlıklı ve T2 ağırlıklı sekanslarda anterior disk deplasmanı, eklem efüzyonu ve kondiler dejeneratif değişiklikler gibi bulguların izlenmesi literatürde bildirilen tipik MR bulgularıyla paralellik göstermektedir.

JIA'de TME tutulumunda en sık bildirilen görüntüleme bulguları arasında kemik iliği ödemi, sinoviyal kalınlaşma, eklem efüzyonu, kondilde eroziv veya dejeneratif değişiklikler yer almaktadır [13, 14]. Sunulan vakalarda özellikle efüzyon varlığı dikkat çekmiştir. Bir vakada stir sekanslarında kondilde kemik iliği ödeminin izlenmesi aktif inflamatuvar süreci düşündüren önemli bir bulgu olarak değerlendirilmiştir. Ayrıca ilk vakada retrodiskal dokuda sinyal intensite artışı ve retrodiskitis bulguları da gözlenmiştir. Bu bulgular TME'de kronik inflamasyonun varlığına uyumludur.

Literatürde JIA'e bağlı TME tutulumunda disk deplasmanının da sıklıkla eşlik ettiği bildirilmiştir [13-15]. Bu çalışmada değerlendirilen vakalarda hem redüksiyonlu hem de redüksiyonsuz anterior disk deplasmanı izlenmiştir. Ayrıca ikinci vakada diskte perforasyon şüphesi ve kondilde ileri dejeneratif değişiklikler gözlenmiştir. Bu durum, JIA'de kronik enflamasyonun zamanla eklem yapılarında yapısal hasarlara yol açabileceğini göstermektedir [4, 13, 15].

Sonuç olarak, sunulan vakalarda gözlenen MR bulguları (anterior disk deplasmanı, eklem efüzyonu, sinovyal proliferasyon, kemik iliği ödemi ve kondiler dejeneratif değişiklikler) TME'de enflamatuvar artritik süreçle uyumlu bulunmuştur. Bu bulgular, TME'nin JIA'de erken dönemde etkilenebileceğini ve MR görüntülemenin hastalığın erken tanısı ve takibinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir [10]. Bu nedenle özellikle açıklanamayan TME ağrısı ve fonksiyon kısıtlılığı bulunan adolesan hastalarda MR incelemesi, erken enflamatuvar değişikliklerin saptanması açısından değerli bir tanısal araç olarak değerlendirilmelidir.

Referanslar

1. Zaripova, L.N., et al., *Juvenile idiopathic arthritis: from aetiopathogenesis to therapeutic approaches*. Pediatric Rheumatology, 2021. **19**(1): p. 135.
2. Dipalma, G., et al., *Imaging techniques for evaluating temporomandibular joint involvement in juvenile idiopathic arthritis: a systematic review*. Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology, 2025.
3. Patel, K., et al., *Juvenile idiopathic arthritis of the temporomandibular joint—no longer the forgotten joint*. British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2022. **60**(3): p. 247-256.
4. Martini, A., et al., *Juvenile idiopathic arthritis*. Nature reviews disease primers, 2022. **8**(1): p. 5.
5. Magni-Manzoni, S., et al., *Advances and challenges in imaging in juvenile idiopathic arthritis*. Nature Reviews Rheumatology, 2012. **8**(6): p. 329-336.
6. Chandola, S., N. Bagri, and M. Jana, *Imaging in Juvenile Idiopathic Arthritis: A Comprehensive Review*. Indian Journal of Radiology and Imaging, 2025.
7. Ferrillo, M., et al., *Temporomandibular joint rehabilitative approaches for children and adolescents affected by juvenile idiopathic arthritis: A systematic review*. International journal of paediatric dentistry, 2025. **35**(1): p. 216-231.
8. Von Schuckmann, L., et al., *Temporomandibular joint involvement in patients with juvenile idiopathic arthritis: a retrospective chart review*. Scandinavian Journal of Rheumatology, 2020. **49**(4): p. 271-280.
9. Bousquet, B., et al., *Does magnetic resonance imaging distinguish juvenile idiopathic arthritis from other causes of progressive temporomandibular joint destruction?* Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, 2023. **81**(7): p. 820-830.
10. Schmidt, C., et al., *The diagnosis and treatment of rheumatoid and juvenile idiopathic arthritis of the temporomandibular joint*. Deutsches Ärzteblatt International, 2022. **119**(4): p. 47.
11. Sefer, A.P. and M. Ergüven, *Evaluation of temporomandibular joint involvement in juvenile idiopathic arthritis patients*. Pediatric Rheumatology, 2024. **22**(1): p. 101.
12. Rotolo, R.P., et al., *Comparison between ultrasound and magnetic resonance imaging of the temporomandibular joint in juvenile idiopathic arthritis: A systematic review*. Journal of oral rehabilitation, 2023. **50**(10): p. 1082-1092.
13. Inarejos Clemente, E.J., et al., *MRI of the temporomandibular joint in children with juvenile idiopathic arthritis: protocol and findings*. Pediatric Radiology, 2023. **53**(8): p. 1498-1512.

14. Calle, A.J.M., et al., *Temporomandibular joint in juvenile idiopathic arthritis: magnetic resonance imaging measurements and their correlation with imaging findings*. Oral radiology, 2022. **38**(4): p. 459-467.
15. Koca, C.G., Z. Gümrükçü, and E. Bilgir, *Does clinical findings correlate with magnetic resonance imaging (MRI) findings in patients with temporomandibular joint (TMJ) pain? A cross sectional study*. Medicina oral, patologia oral y cirugia bucal, 2020. **25**(4): p. e495.

Presentation ID / Sunum No= 195

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0009-0003-6052-8691

Dental Ceramics and Digital Workflow

Ra. Zeynep Betül İriboz¹, Ra. Neslihan Demir¹, Asst. Prof. Dr. Gül Ateş¹, Assoc. Prof. Dr. Mahmut Sertaç Özdoğan¹

¹Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Bölümü

Özet

Diş seramikleri, yüksek biyo-uyumlulukları, elverişli mekanik özellikleri ve mükemmel estetik özellikleri nedeniyle çağdaş protez diş hekimliğinde en yaygın kullanılan restoratif malzemeler arasındadır. Son yıllarda, seramik malzemelerdeki gelişmeler ve dijital diş hekimliğinin giderek daha fazla benimsenmesi, restoratif tedavilerin planlama ve üretim süreçlerinde önemli değişikliklere yol açmıştır. Bu çalışmanın amacı, güncel literatür ışığında diş seramiklerinin temel yapısal ve mekanik özelliklerini, sınıflandırmalarını ve başlıca üretim tekniklerini değerlendirmek ve restoratif diş hekimliğinde dijital iş akışının rolünü vurgulamaktır. Bu kapsamda, katmanlama, presleme ve yoğunlaştırma yöntemleri de dahil olmak üzere geleneksel üretim tekniklerinin yanı sıra CAD/CAM üretim teknikleri ve dijital iş akışı sistemleri incelenmiştir. Günümüzde, CAD/CAM teknolojileri, yüksek doğrulukları, tekrarlanabilirlikleri ve klinik olarak kabul edilebilir marjinal uyumları nedeniyle diş seramik restorasyonlarının üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca, eklemeli üretim teknolojileri, malzeme israfını azaltma ve karmaşık restorasyon tasarımlarının üretimini sağlama gibi potansiyel avantajları nedeniyle diş seramik üretiminin geleceği için umut vadeden bir alternatif olarak kabul edilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Diş Seramikleri, Dijital İş Akışı, CAD/CAM, Katmanlı Üretim

Dental Ceramics and Digital Workflow

Abstract

Dental ceramics are among the most widely used restorative materials in contemporary prosthetic dentistry due to their high biocompatibility, favorable mechanical properties, and excellent esthetic characteristics. In recent years, advancements in ceramic materials together with the increasing adoption of digital dentistry have led to significant changes in the planning and manufacturing processes of restorative treatments. The aim of this study is to evaluate the fundamental structural and mechanical properties of dental ceramics, their classifications, and the principal manufacturing techniques in light of current literature, and to highlight the role of digital workflow in restorative dentistry. Within this scope, conventional manufacturing techniques including layering, pressing, and condensation methods, as well as CAD/CAM production techniques and digital workflow systems, were reviewed. Currently,

CAD/CAM technologies are widely used in the fabrication of dental ceramic restorations due to their high accuracy, reproducibility, and clinically acceptable marginal fit. In addition, additive manufacturing technologies are considered a promising alternative for the future of dental ceramic production because of their potential advantages, such as reducing material waste and enabling the fabrication of complex restoration designs.

Keywords: Dental Ceramics, Digital Workflow, CAD/CAM, Additive Manufacturing

Introduction

With increasing aesthetic and functional expectations, ceramic restorations have gained a progressively central role in modern dentistry. Their high biocompatibility, optical properties similar to natural tooth structure, and non-metal composition, which reduces the risk of allergic reactions, have contributed to the widespread clinical use of these materials. In particular, zirconia-based ceramics have become an important alternative in prosthetic treatments due to their high fracture resistance, favorable wear compatibility, and improved mechanical properties (1). In addition, a wide range of materials—including feldspathic ceramics, leucite-reinforced and lithium disilicate-reinforced glass ceramics, as well as zirconia systems stabilized with varying proportions of yttria—allow clinicians to select appropriate materials according to specific clinical indications (2,4).

Advances in ceramic materials have progressed in parallel with developments in manufacturing technologies. The integration of computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM) systems into dentistry dates back to the 1980s and these systems have now become widely used for the fabrication of all-ceramic restorations (1). CAD/CAM systems provide a comprehensive digital workflow that includes data acquisition (scanning), digital design, and manufacturing stages. Owing to their advantages such as high production accuracy, reduced treatment time, and standardization, CAD/CAM technologies have gained increasing prominence in clinical practice in recent years (1,2).

The integration of digital technologies has transformed not only the manufacturing stage but also the entire workflow of prosthetic treatments. Advanced digital workflows offer more predictable and efficient treatment processes and have therefore become an important component of modern prosthetic dentistry. This transformation has also been supported by the increasing demand for cost-effective and outcome-oriented treatment approaches (3).

In the first step of the digital workflow, which is impression making, the use of intraoral scanners has emerged as an alternative to conventional elastomeric impression materials. In the literature, particular attention has been focused on comparisons between conventional and digital impression techniques, and promising results have been reported regarding marginal fit and the accuracy of proximal contacts with digital methods (5,6). However, the available evidence comparing the other clinical stages of conventional and digital workflows remains limited (5).

In conclusion, advancements in the material science of dental ceramics together with the integration of digital workflows have enabled the production of restorations that are more predictable and successful in terms of esthetics and biomechanical performance in contemporary prosthetic dentistry.

2. DENTAL CERAMICS: PROPERTIES AND CLASSIFICATION

2.1 Structural and Mechanical Properties of Dental Ceramics

Ceramics are defined as inorganic and non-metallic compounds produced through the sintering of metallic and non-metallic elements at high temperatures (10). Their microstructure may consist of a glassy phase, a crystalline phase, or a combination of both. The clinical performance of dental ceramics is largely associated with the type, proportion, and distribution of these phases (4).

The flexural strength, fracture resistance, and elastic properties of ceramic materials are influenced by the amount of crystalline phase, particle size, and thermal expansion characteristics (4). In general, an increase in crystal content improves mechanical strength but may reduce aesthetic properties.

Conversely, systems with a higher glass phase exhibit increased translucency, although their fracture resistance may be limited (4). Therefore, an appropriate balance between aesthetics and mechanical strength must be achieved in dental ceramics.

Ceramic materials demonstrate high resistance to compressive forces but are more susceptible to tensile and shear stresses (4). This brittle behavior may predispose the material to crack formation, particularly in occlusal contact areas and connector regions of multi-unit restorations (4). Microscopic structural defects that occur during manufacturing or repetitive masticatory forces in the oral environment may initiate microcrack formation. Consequently, the long-term success of ceramic restorations is not determined solely by their initial flexural strength but is also closely related to their fatigue resistance (4).

Nevertheless, ceramic materials occupy a privileged position among restorative materials due to their ability to mimic the optical properties of natural tooth structures (9). Light transmission, color stability, and translucency are influenced by factors such as microstructure, porosity, and phase distribution (10). In addition, ceramics are generally considered biocompatible materials, exhibiting high corrosion resistance and rarely causing allergic or toxic reactions (9).

2.2 Classification of Dental Ceramics

Dental ceramics can be classified according to various criteria, including processing method, firing temperature, translucency, and mechanical properties (10). However, the most widely accepted classification in clinical literature is based on microstructural composition (4).

According to the classification proposed by Kelly and Benetti, dental ceramics are divided into three main groups based on their glass content: predominantly glass materials, particle-filled glasses, and glass-free polycrystalline ceramics (4). Subsequently, a more comprehensive classification system was suggested by Gracis et al. (4).

Accordingly, dental ceramics can be broadly categorized into three main groups.

2.3 Glass-Matrix Ceramics

In this group, the glassy phase predominates and aesthetic properties are emphasized.

Feldspathic Ceramics

Feldspathic ceramics consist of aluminosilicates containing potassium, sodium, or calcium (9). Their flexural strength typically ranges between 60 and 70 MPa and they are classified as Class I ceramics according to ISO standards (9). Currently, they are widely used for veneering metal or ceramic frameworks and for adhesive anterior restorations (4,9).

Lithium Disilicate Ceramics

Lithium disilicate is a glass-ceramic material containing approximately 70% crystalline phase (1). It was initially developed under the name IPS Empress 2 and later optimized to produce IPS e.max Press and IPS e.max CAD systems (1).

The microstructure of this material consists of interlocking lithium disilicate crystals, which hinder crack propagation and contribute to high flexural strength. Flexural strength values of up to 440 MPa have been reported (1). Therefore, lithium disilicate can be used for single crowns, inlays, onlays, and short-span restorations in both anterior and posterior regions (1).

IPS e.max CAD, developed for CAD/CAM systems, is initially milled in a partially crystallized state known as the “blue phase” (1). Following milling, a crystallization process at approximately 840–850 °C converts the metasilicate phase into lithium disilicate, significantly improving the mechanical properties (1). As a result of this process, the flexural strength increases to approximately 260 MPa (1).

The superior aesthetic properties of lithium disilicate make it particularly suitable for anterior restorations. However, complications such as ceramic fractures and crack formation have also been reported in the literature (1).

2.4 Polycrystalline Ceramics

In this group, the structure consists entirely of crystalline grains and does not contain a glassy phase. This results in high mechanical strength and fracture resistance but limits translucency (4).

Alumina

High-purity alumina (Al_2O_3) was used in early CAD/CAM systems (4). Although it exhibits high elastic modulus and mechanical strength, it may demonstrate brittle behavior. Its use has decreased with the development of zirconia-based materials (4).

Yttria-Stabilized Zirconia (Y-TZP)

Zirconia (ZrO_2) is a material that provides high mechanical performance due to its transformation-toughening mechanism (4). Zirconia exists in three crystallographic phases: monoclinic, tetragonal, and cubic (4). Pure zirconia undergoes a phase transformation during cooling that results in volumetric expansion, which may lead to crack formation. Stabilization with yttrium oxide (Y_2O_3) maintains the tetragonal phase and enables high flexural strength through transformation toughening (4).

Conventional 3Y-TZP offers high mechanical strength but exhibits relatively low translucency. Consequently, its use may be limited in areas with high aesthetic demands (4). To improve translucency, zirconia systems with higher yttria content, such as 4Y-PSZ and 5Y-PSZ, have been developed (4). An increase in the cubic phase enhances translucency but may reduce mechanical strength (4).

Therefore, 3Y-TZP is generally preferred in posterior regions or areas subjected to high occlusal loads, whereas 5Y-PSZ is mainly used in anterior regions where aesthetics are critical. The 4Y-PSZ system is considered a balanced alternative between aesthetics and mechanical strength (4).

The development of polychromatic and multilayer zirconia blocks has also represented a significant advancement in mimicking the natural color gradient of teeth (4).

Zirconia-Toughened Alumina (ZTA) and Alumina-Toughened Zirconia (ATZ)

In zirconia-toughened alumina (ZTA) and alumina-toughened zirconia (ATZ) systems, the ratio of the two phases is adjusted to optimize mechanical performance (4). These composite systems may provide advantages in terms of resistance to low-temperature degradation and improved fatigue strength (4).

2.5 Resin-Matrix Ceramics

Resin-matrix ceramics are hybrid materials consisting of an organic polymer matrix combined with inorganic ceramic filler particles (4). While the inorganic phase constitutes the majority of the material, the organic phase provides an elastic modulus closer to that of dentin. The primary goal in developing these materials has been to obtain systems that are easier to process and allow simpler intraoral repair compared with conventional glass ceramics (4).

General Evaluation

The clinical performance of dental ceramics depends on the balance between microstructure, crystal phase content, crack propagation resistance, and optical properties (4,9). Glass-matrix ceramics are generally preferred in cases where aesthetic requirements are predominant, whereas polycrystalline ceramics are favored in posterior regions where high mechanical strength is required. These structural differences are directly related to the manufacturing techniques and digital workflows that will be discussed in the following section.

MANUFACTURING TECHNIQUES OF DENTAL CERAMICS

1. Layering (Stratification) and/or Staining Technique

1.1 Suspension Preparation and Application

In the layering technique, the first step involves mixing ceramic powder with an appropriate modeling liquid to obtain a suspension with a viscosity suitable for clinical application. This mixture is generally prepared using distilled water and viscosity-regulating agents recommended by the manufacturer. The aim is to obtain a ceramic paste with a controlled consistency that can be applied onto a refractory die (10).

The prepared ceramic mixture is applied in layers using a brush in order to reproduce the anatomical form of the restoration. The layered application does not only serve morphological shaping; it also allows the combination of porcelains with different shades and opacities in order to mimic dentin and enamel translucency (10).

Metal oxides added to the ceramic composition (such as Al, Ca, Li, Mg, K, Na, Zr, and Ti) are among the main factors determining the final color tone after firing. After each layer application, excess liquid should be removed using vibration and absorbent paper. This procedure increases condensation and reduces the formation of porosities (10).

1.2 Firing and Sintering Process

After characterization is completed, the restoration is fired in a specialized ceramic furnace. Initially, a pre-drying stage at approximately 400–500 °C is performed to ensure the controlled removal of water. Subsequently, the temperature is increased at a rate of 40–90 °C per minute until the maximum firing temperature, generally between 700 and 980 °C, is reached (10).

During this process, vacuum application (approximately 0.1 atm) contributes to the reduction of interparticle voids and increases material density. Once the maximum temperature is reached, the vacuum is released and pressure is returned to atmospheric levels. The sintering process occurring at this stage involves the fusion of particles without altering their chemical composition. High temperatures do not cause complete melting of the particles but rather their bonding at surface contact points. Deviations from the appropriate temperature range may result in deformation or insufficient bonding (10).

2. Pressing Technique

In pressable ceramic systems, the manufacturing process proceeds in a manner similar to the lost-wax technique. In the first stage, a wax pattern of the restoration is fabricated and placed into a casting ring. The wax is then burned out to create a mold cavity (10).

The glass-matrix ceramic ingot is heated in a special pressing furnace until it becomes plasticized. When the maximum temperature is reached, the material is injected under pressure into the mold cavity using an alumina plunger during a thermal cycle lasting approximately 30 minutes. In this way, the final restoration form is created within the mold (10).

After cooling, the investment material is removed and the restoration is retrieved. In glass-matrix systems, esthetic characterization is generally completed through staining and glazing procedures, as the pressed structure typically exhibits a monochromatic appearance (10).

3. Hot Isostatic Pressing (HIP)

Hot isostatic pressing represents an advanced version of pressable ceramic systems, providing more controlled and reproducible results. In this technique, the glass-ceramic ingot is pressed into the mold under vacuum with a pressure of approximately 0.3–0.4 MPa (11).

This system can be used in the fabrication of inlays, onlays, veneers, and crowns. Although the technique operates similarly to the lost-wax method, pressure control allows the formation of a more homogeneous microstructure (11).

4. Condensation Technique

The condensation technique is particularly applied to glass-based systems such as feldspathic porcelain. In this method, ceramic powder and liquid are mixed to form a paste, and the restoration is manually shaped (11).

Through vibration, excess liquid is brought to the surface and subsequently removed to reduce porosity. The restoration is then fired under vacuum conditions. This stage is referred to as sintering and results in the formation of a denser structure through bonding at the contact points between particles (11).

Shrinkage occurring during firing must be taken into consideration, and the restoration should therefore be shaped approximately 25% larger than its final dimensions. The predictability of the results largely depends on the experience of the technician. Environmental factors and firing parameters also influence the final outcome (11).

5. Milling: CAD/CAM Manufacturing

5.1 Digital Data Acquisition and Design

In computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM) systems, the three-dimensional digital record of the prepared tooth is obtained. This record can be acquired directly from the oral cavity using an intraoral scanner or by scanning a physical model and then transferred into the digital environment in STL format (10,11).

Using dedicated software, the morphology of the restoration is designed digitally. The resulting design data are then transmitted to the milling unit to initiate the manufacturing process (10).

5.2 Milling and Post-Processing Procedures

Under industrial conditions, pre-sintered or partially crystallized blocks are processed using diamond burs in multi-axis milling machines. After the milling procedure is completed, the restoration undergoes additional processes such as sintering (for materials like zirconia), crystallization (for lithium disilicate systems), or simple polishing and glazing procedures (10,11).

In hybrid ceramics containing polymer components, light polymerization may also be required after characterization procedures (10).

CAD/CAM systems can be used not only in dental laboratories but also in clinical settings, enabling the fabrication of restorations within a single appointment. In addition, it has been reported that CAD technology can also be utilized during the design stage of pressable ceramic systems (11,12).

6. Additive Manufacturing (AM)

Additive manufacturing techniques, developed as an alternative to traditional subtractive manufacturing methods, are based on the layer-by-layer construction of ceramic materials. Although this technique is not yet as widely used as CAD/CAM systems, it shows promising potential, particularly for the production of complex restoration geometries and the reduction of material waste (12).

In dentistry, additive manufacturing systems are considered among the emerging technologies for future production methods and are regarded as an evolutionary extension of digital workflows (12).

DENTAL CERAMICS AND DIGITAL WORKFLOW

Digital Workflow in Dental Ceramics and Contemporary Advanced Approaches

In recent years, advancements in computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM) technologies have significantly contributed to the rapid expansion of digital dentistry. In particular, the integration of intraoral scanners (IOS) into clinical practice has substantially transformed impression-taking procedures and restoration planning processes. The combined use of these technologies has made it possible to implement fully digital workflows for the fabrication of tooth-supported and implant-supported monolithic fixed dental prostheses (FDPs) (8).

A fully digital workflow generally consists of three main stages. In the first stage, a three-dimensional digital record of the patient's intraoral structures is obtained using intraoral scanners. In the second stage, the acquired data are analyzed within a virtual environment using CAD software, and the restoration is digitally designed. In the final stage, the designed restoration is fabricated using CAM technologies such as milling or three-dimensional printing and subsequently delivered to the patient in the clinical setting (8,12).

In CAD/CAM systems, digital data are typically generated in Standard Tessellation Language (STL) format, and the accurate generation, transfer, and processing of these data represent critical steps within the manufacturing process. Digital workflows reduce dependence on manual procedures, providing more standardized and reproducible production processes while enabling the fabrication of mechanically reliable monolithic restorations (8).

Restoration fabrication using CAD/CAM technology is most commonly performed through milling procedures. In this process, restorations are typically milled from ceramic blocks using micro-milling machines. Two different milling approaches can be applied. In hard milling, the restoration is milled from fully sintered blocks, whereas in soft milling, partially sintered blocks are milled followed by a final sintering process. Although hard milling can provide greater accuracy in the contour and morphology of restorations, it may lead to significant wear of milling tools (12).

Subtractive manufacturing (SM) is widely used in the production of dental ceramic restorations and is currently considered the gold standard due to its ability to provide high accuracy and sufficient mechanical strength (13). However, this method also presents several disadvantages. These include significant material waste during the milling process, high wear of milling tools, and limitations in producing fine details due to the dimensions of milling burs. Furthermore, microcracks that may occur during the milling procedure can negatively affect the mechanical performance of the restoration (13).

In order to overcome these limitations, additive manufacturing (AM) technologies have recently been investigated as an alternative approach in dental material production. AM technologies are based on the layer-by-layer deposition of materials according to three-dimensional digital model data. In this process, a digital model of the restoration is first created, after which the model is sliced into layers and transferred to the manufacturing device. The final structure is obtained by sequentially depositing each layer (13).

Among the additive manufacturing techniques that can be applied in the production of dental ceramics are stereolithography (SLA), digital light processing (DLP), direct inkjet printing (DIP), and material extrusion-based systems. Although these methods operate according to different working principles, most of them involve multi-stage manufacturing processes and often require additional post-processing steps such as sintering (13).

These production technologies differ from one another in terms of working principles, manufacturing accuracy, and material compatibility. The main characteristics of these techniques are summarized in **Table 1** (13).

Table 1. Comparison of the main additive manufacturing techniques used in dental ceramic production

Feature	SLA (Stereolithography)	DLP (Digital Light Processing)	DIP (Direct Inkjet Printing)	MEX / 3DGP (Material Extrusion)
Working principle	Photopolymerization using laser light	Layer curing using UV projector	Deposition of ceramic droplets through a nozzle	Layered deposition of ceramic paste by extrusion
Light source/system	Laser	Digital micromirror projector	Piezoelectric or thermal jet	Mechanical extrusion
Manufacturing method	Layered photopolymerization	Layered photopolymerization	Droplet deposition	Extrusion
Accuracy	Very high	High	Very high	Moderate
Surface quality	Very good	Very good	Very good	Lower
Production speed	Moderate	High	Low	Moderate
Minimum layer thickness	~20 μm	~10 μm	~10–20 μm	>200 μm
Materials used	Zirconia, alumina	Zirconia, lithium disilicate	Zirconia, alumina	Zirconia
Advantages	High accuracy and surface quality	Faster production	Very high resolution	Low cost
Disadvantages	Longer production time	Limited model size	Risk of nozzle clogging	Lower surface quality
Dental applications	Crown and FPD production	Crown fabrication	Experimental crown production	Research level

Additive manufacturing techniques are currently being investigated for the fabrication of dental ceramic materials such as zirconia, alumina, and lithium disilicate. These materials are preferred due to their high biocompatibility and their ability to provide sufficient mechanical properties for restorative applications (13). Nevertheless, the high melting temperatures and thermal shock sensitivity of ceramics create technical challenges in additive manufacturing processes (13).

Another important advantage of digital workflows is the improvement of communication between clinicians and dental technicians. Digitally generated diagnostic models and restorative designs facilitate more predictable treatment planning and support the implementation of minimally invasive preparation strategies. This approach enables a balanced treatment plan between restorative material thickness requirements and the preservation of tooth structure (7).

The literature supports the use of CAD/CAM-fabricated ceramic restorations for achieving clinically acceptable marginal and internal fit. Improved manufacturing precision has been associated with reduced marginal discrepancies, which contributes to cement stability and improved plaque control (7).

However, the assumption that digital workflows are inherently superior to conventional techniques may represent an oversimplification. Digital systems also involve multiple stages such as data transfer, conversion, and software processing, and errors occurring during these processes may influence the overall manufacturing accuracy (5).

Some studies have reported that crowns produced through digital workflows using additive manufacturing techniques may exhibit smaller average cement gaps compared with crowns produced through conventional workflows or subtractive manufacturing techniques (5). These findings suggest that digital manufacturing technologies may provide potential advantages in terms of restoration fit.

Overall, the development of digital dentistry has significantly transformed the design and manufacturing processes of dental ceramic restorations. CAD/CAM technologies are currently widely used due to their ability to provide high accuracy, reproducibility, and clinically acceptable marginal adaptation. Nevertheless, subtractive manufacturing methods present certain limitations such as material waste and tool wear. Therefore, additive manufacturing technologies are increasingly being investigated as innovative alternatives for dental material production. Although clinical evidence regarding these technologies is still limited, future advances in material science and manufacturing techniques may enable the more efficient, patient-specific, and highly accurate production of dental ceramic restorations. These developments are expected to further expand the role of digital workflows in clinical dental practice (8,13).

REFERENCES

1. Solís Pinargote NW, Yanushevich O, Krikheli N, Smirnov A, Savilkin S, Grigoriev SN, Peretyagin P. Materials and methods for all-ceramic dental restorations using computer-aided design (CAD) and computer-aided manufacturing (CAM) technologies—A brief review. *Dentistry Journal*. 2024;12(3):47. doi:10.3390/dj12030047
2. Mörmann WH. Digital workflow in restorative dentistry: A review. *J Esthet Restor Dent*. 2020;32(1):14-21. doi:10.1111/jerd.12566
3. Abduo J, Rasaie V. Digital workflows in prosthodontics. *Aust Dent J*. 2025;70(S1):S146-S154. doi:10.1111/adj.70005
4. Cuzic C, Rominu M, Pricop A, Urechescu H, Pricop MO, Rotar R, Cuzic OS, Sinescu C, Jivanescu A. Material selection for all-ceramics in modern digital dentistry: A clinician's guide. *Materials (Basel)*. 2025;18(10):2235. doi:10.3390/ma18102235
5. Mahmood DJH, Braian M, Larsson C, Wennerberg A. Production tolerance of conventional and digital workflow in the manufacturing of glass ceramic crowns. *Dent Mater*. 2019;35(3):e53-e61. doi:10.1016/j.dental.2019.01.015
6. Fasbinder DJ. Computerized technology for restorative dentistry. *Compend Contin Educ Dent*. 2013;34(5):368-372. doi:10.2341/13-291-S
7. Alshabib A, Berger J, Garcia E, Jurado CA, Cabral G, Baldotto A, Riquieri H, Alrabiah M, Floriani F. A Comprehensive Digital Workflow for Enhancing Dental Restorations in Severe Structural Wear. 2026; 13(1):77. <https://doi.org/10.3390/bioengineering13010077>
8. Bernauer SA, Zitzmann NU, Joda T. The Complete Digital Workflow in Fixed Prosthodontics Updated: A Systematic Review. . 2023; 11(5):679. <https://doi.org/10.3390/healthcare11050679>
9. Giordano R II. Ceramics overview. *Br Dent J*. 2022;232:658-663. doi:10.1038/s41415-022-4242-6
10. de Matos JDM, Lopes GRS, Queiroz DA, Nakano LJN, Ribeiro NCR, Barbosa AB, Anami LC, Bottino MA. Dental Ceramics: Fabrication Methods and Aesthetic Characterization. *Coatings*. 2022; 12(8):1228. <https://doi.org/10.3390/coatings12081228>
11. Talibi M, Kaur K, Patanwala HS, Parmar H. Do you know your ceramics? Part 1: Classification. *Br Dent J*. 2022;232:27-32. doi:10.1038/s41415-021-3818-x
12. Fu L, Engqvist H, Xia W. Glass–Ceramics in Dentistry: A Review. 2020; 13(5):1049. <https://doi.org/10.3390/ma13051049>

13. Zhu H, Jiang J, Wang Y, Wang S, He Y, He F. Additive manufacturing of dental ceramics in prosthodontics: The status quo and the future. *J Prosthodont Res.* 2024;68(3):380-399. doi:10.2186/jpr.JPR_D_23_00119

Presentation ID / Sunum No= 196

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0009-0009-8706-9855

3D Printing and Digital Workflow in Dentistry

Research Assist. Neslihan Demir¹, Research Assist. Zeynep Betül İRİBOZ¹,
Assist. Prof. Gül ATEŞ¹, Assoc. Prof. Dr. Mahmut Sertaç Özdoğan¹

¹Ankara Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Diş Hekimliği Fakültesi, Protetik Diş Tedavisi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye

Özet

Diş hekimliğinde dijital teknolojilerin kullanımı, son yıllarda birçok diş tedavi yaklaşımını önemli ölçüde değiştirdi. Ağız içi tarayıcıların, bilgisayar destekli tasarım (CAD) yazılımlarının ve bilgisayar destekli üretim (CAM) sistemlerinin entegrasyonu, tamamen dijital iş akışlarının uygulanmasını mümkün kıldı. Katmanlı üretim olarak da bilinen üç boyutlu (3D) baskı teknolojisi, CAD/CAM verilerini kullanarak malzemeleri katman katman biriktirerek nesneler üretir. Katmanlı üretim teknolojileri diş hekimliğinde giderek daha fazla benimsenmekte ve dijital tasarımların yüksek hassasiyetle fiziksel yapılara dönüştürülmesini sağlamaktadır. Bu teknolojiler, diş implantları, kronlar, köprüler, protezler, ortodontik cihazlar ve cerrahi kılavuzların üretiminde kullanılarak hastaya özel yapıların üretilmesini mümkün kılmaktadır. Stereolitografi (SLA), dijital ışık işleme (DLP), seçici lazer sinterleme (SLS), seçici lazer eritme (SLM), eriyik biriktirme modelleme (FDM), PolyJet ve biyobaskı gibi çeşitli 3D baskı teknikleri araştırılmış ve diş hekimliği pratiğinde uygulanmıştır. Üç boyutlu baskı teknolojileri, protez diş hekimliği, ağız ve çene cerrahisi, ortodonti, çocuk diş hekimliği ve endodonti dahil olmak üzere birçok diş hekimliği disipliniinde kullanılmaktadır. Dijital iş akışları, tedavi planlamasını, üretim doğruluğunu ve klinisyenler ile diş laboratuvarları arasındaki iletişimi iyileştirebilir. Yüksek maliyetler, malzeme kısıtlamaları ve karmaşık işlem sonrası prosedürler gibi sınırlamalar mevcut olsa da, devam eden teknolojik gelişmelerin diş hekimliğinde 3D baskının kullanımını daha da genişletmesi beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: 3D Baskı, Eklemeli Üretim, Dijital Diş Hekimliği, CAD/CAM, Dijital İş Akışı

3D Printing and Digital Workflow in Dentistry

Abstract

The use of digital technologies in dentistry has significantly changed many dental treatment approaches in recent years. The integration of intraoral scanners, computer-aided design (CAD) software and computer-aided manufacturing (CAM) systems has enabled the implementation of complete digital workflows. Three-dimensional (3D) printing technology, also known as additive manufacturing, produces objects by depositing materials layer by layer using CAD/CAM data. Additive manufacturing technologies have been increasingly adopted in dentistry and allow digital designs to be transformed

into physical structures with high precision. These technologies are used for the production of dental implants, crowns, bridges, prostheses, orthodontic appliances and surgical guides, enabling the fabrication of patient-specific structures. Various 3D printing techniques such as stereolithography (SLA), digital light processing (DLP), selective laser sintering (SLS), selective laser melting (SLM), fused deposition modeling (FDM), PolyJet and bioprinting have been investigated and applied in dental practice. Three-dimensional printing technologies are used in several dental disciplines including prosthodontics, oral and maxillofacial surgery, orthodontics, pediatric dentistry and endodontics. Digital workflows may improve treatment planning, production accuracy and communication between clinicians and dental laboratories. Although limitations such as high costs, material restrictions and complex post-processing procedures exist, ongoing technological developments are expected to further expand the use of 3D printing in dentistry.

Keywords: 3D Printing, Additive Manufacturing, Digital Dentistry, CAD/CAM, Digital Workflow.

Introduction

In recent years, the introduction of digital technologies in dentistry has led to significant changes in many dental treatment approaches (5). The implementation of complete digital workflows has been made possible through the combined use of intraoral scanners (IOS), computer-aided design (CAD) software, and computer-aided manufacturing (CAM) systems (5).

Three-dimensional (3D) printing technology, also defined as rapid prototyping (RP) or additive manufacturing (AM), is based on the principle of depositing materials layer by layer using CAD/CAM data (1). The increase in accuracy, the development of high-resolution imaging techniques, and the emergence of advanced 3D printers have enabled this manufacturing method to be used in wider fields (1).

Additive manufacturing technologies have shown significant developments in health sciences, and dentistry has become one of the fields in which this technology has been rapidly adopted (3). The ability to directly convert digitally created designs into three-dimensional structures contributes to achieving high accuracy and detail in dental applications (3). Therefore, 3D printing can be used in the production of dental implants, crowns, bridges, prostheses, orthodontic appliances, and surgical guides, and allows these structures to be prepared in a patient-specific manner (3).

These technological advancements enable higher accuracy in treatment planning and in the production of dental prostheses and surgical guides (6). Digital workflows also improve communication between the clinician and the dental laboratory, contributing to the acceleration of the production process and the reduction of error rates (6). However, the implementation of digital dentistry also brings some challenges. High initial costs, the difficulty of the learning process, and the need for regular maintenance and updates of the software and equipment used are among the factors affecting the widespread use of these technologies (6).

Additionally, it has been reported that digital impression methods may provide positive effects on patient comfort (8). Intraoral scanners facilitate clinical procedures, eliminate the need for plaster models, and contribute to strengthening the communication between the clinician and the dental technician (8).

Three-Dimensional Printing Technologies In Dentistry

Today, many three-dimensional printing technologies with different working principles are being investigated and applied in dentistry (9). Among these technologies, methods such as selective laser melting (SLM), selective laser sintering (SLS), fused deposition modeling (FDM), stereolithography (SLA), and digital light processing (DLP) stand out (9).

These methods can respond to various clinical requirements by using different mechanisms and materials and can be used in different fields of dentistry (1,10). In this section, the basic working principles of these 3D printing technologies and their areas of use in dentistry are briefly discussed (1,10).

Stereolithography (SLA)

Stereolithography (SLA) is a widely used 3D printing technology in dentistry that provides high accuracy and resolution (6,10). In this method, a light-sensitive liquid resin is polymerized layer by layer using a laser beam to create a three-dimensional structure (6).

SLA technology is used in the production of temporary and permanent crowns, fixed partial prostheses, surgical guides, diagnostic models, and casting models (6,10). Although the curing process performed with a laser may increase the production time, it ensures that the resulting structures have high accuracy and smooth surface characteristics (6).

Digital Light Processing (DLP)

Digital light processing (DLP) is a 3D printing technology based on curing photopolymer resins layer by layer using a light source (6,10). In these systems, since the entire layer can be cured simultaneously with a single light projection, a shorter production time can be achieved compared to the stereolithography method (6).

DLP technology is used in the production of crowns, fixed partial prostheses, and removable prostheses, and provides clinically acceptable results in dental applications (3,6).

Selective Laser Sintering (SLS) and Selective Laser Melting (SLM)

Selective laser sintering (SLS) and selective laser melting (SLM) technologies are based on joining powdered materials layer by layer using laser energy (9,10). In the SLS method, the material is partially sintered, whereas in SLM technology metal powders are completely melted to produce parts with high structural integrity (9). These techniques enable the production of structures with complex geometries.

Fused Deposition Modeling (FDM)

Fused deposition modeling (FDM) is a 3D printing method based on the principle of heating and melting thermoplastic materials and depositing them layer by layer (9,10). The melted material is deposited onto the production platform where it solidifies, and a three-dimensional structure is formed by the accumulation of layers (9). This technology is used in various manufacturing applications due to its ability to work with different polymer materials and its relatively accessible cost.

PolyJet Technology

In PolyJet technology, liquid photopolymer droplets are sprayed through print heads and cured with the help of UV light to create a layered structure (1). This technology is used in the production of dental models, surgical guides, and patient-specific structures due to its ability to provide high resolution and allow the use of different materials simultaneously (1).

Bioprinting

Bioprinting technology aims to create biological structures by placing cell-containing bioinks layer by layer (1). This method is particularly used in the fields of tissue engineering, regenerative medicine, and biomedical research.

Applications Of 3D Printing In Dentistry

Prosthetic Dentistry

Three-dimensional printing technologies can be used in prosthetic dentistry for the production of crown, bridge, laminate (veneer), inlay, onlay, and overlay restorations (1,3,6). Digital records obtained through intraoral scanning data and digital models created using computer-aided design (CAD) software allow restorations to be planned according to the patient's dental anatomy and produced with high accuracy (1).

Crown and bridge restorations can be designed using digital scanning data and prepared through three-dimensional manufacturing technologies in a way that allows them to adapt to the patient's tooth structure. The use of digital manufacturing methods improves the fit of restorations and may contribute to reducing the need for clinical adjustments (1,6).

Three-dimensional printing technologies can also be used in the production of laminate (veneer) restorations. The digital design process allows restorations to be planned in a way that is compatible with the tooth surface and makes it possible to prepare aesthetic restorations (3,6).

Similarly, inlay, onlay, and overlay restorations can also be prepared using digital modeling and three-dimensional manufacturing technologies. These manufacturing methods increase the adaptation of restorations to the tooth while contributing to the completion of the restorative treatment process in a shorter time (3,6).

Three-dimensional printing technologies are also used in the production of complete and partial dentures. Digital design and manufacturing processes allow prostheses to be prepared in a patient-specific manner while also contributing to the acceleration of the production process (2,3).

In addition, three-dimensional printing technologies can also be used in the production of temporary restorations. Temporary crowns and bridges can be prepared in a short time using digital design and manufacturing methods and can help maintain aesthetics and function while permanent restorations are being prepared (1).

In addition, especially after anterior tooth extraction, the use of bone graft materials and temporary prostheses produced with three-dimensional printing can help control bone resorption while also contributing to meeting aesthetic requirements. This approach allows prosthetic rehabilitation to be carried out more rapidly, increasing patient comfort and improving clinical outcomes (10).

The use of digital workflows in aesthetic dentistry has particularly developed with the Digital Smile Design (DSD) approach. DSD is an approach that enables the planning of aesthetic treatments in a digital environment and includes the combined evaluation of facial scans, extraoral and intraoral images, and intraoral scanning data. The combined analysis of these data allows facial aesthetics, tooth proportions, and gingival contours to be evaluated in a patient-specific manner (5).

Oral and Maxillofacial Surgery

Three-dimensional printing technologies can be used in surgical planning and application processes in oral and maxillofacial surgery. Patient-specific anatomical models can be created using digital imaging data, and these models support preoperative evaluation and planning processes (3,6).

The integration of advanced imaging methods such as CBCT into the digital workflow enables the three-dimensional analysis of oral and maxillofacial structures. These data can be used together with

virtual implant planning software to determine the position and angle of the implant within the bone in advance (5,7).

This digital planning process can be supported by surgical guides produced with three-dimensional printing. Surgical guides help the accurate placement of implants and contribute to increasing surgical accuracy (1,6). In addition, 3D printing technologies also allow the production of patient-specific implants and reconstruction plates (3).

Orthodontics

Three-dimensional printing technologies can be used in orthodontics for the production of appliances such as clear aligners and retainers. Orthodontic appliances can be designed and manufactured according to the patient's dental anatomy using digital scanning data and computer-aided design software (3,5,6).

In clear aligner treatments, treatment processes in which tooth movements are planned step by step can be created based on digital models obtained from the patient. This production process based on digital planning allows orthodontic appliances to be prepared individually and also makes it possible for appliances such as retainers after treatment to be produced in a patient-specific manner (3,6).

Pediatric Dentistry

Three-dimensional printing technologies contribute to making the treatment processes of pediatric patients more manageable in pediatric dentistry. Conditions such as limited patience, a pronounced gag reflex, and increased anxiety during dental treatment in children may complicate clinical procedures. The use of digital workflows and additive manufacturing technologies can facilitate the treatment process of pediatric patients by helping to reduce clinical procedure time and the number of required appointments (3).

In addition, dental devices can be designed according to the anatomical characteristics of the child using 3D printing technologies. This personalized manufacturing approach may contribute to improving patient comfort

and treatment outcomes by increasing the adaptation of the appliances (3).

Endodontics

Three-dimensional printing technologies can be used in endodontics, particularly in the preparation of root canal guides. These guides, designed based on digital scanning and imaging data obtained from the patient, help provide more controlled and precise access to the root canal system and may reduce the risk of damage to surrounding tissues (3,11).

The use of CBCT data together with CAD/CAM technologies allows the preparation of guides and models for surgical and non-surgical procedures in endodontic applications. This digital approach makes it possible to plan guided access in cases of pulp canal obliteration, perform preoperative evaluation, and prepare models for educational purposes (11).

In addition, 3D printing technologies also allow the design of patient-specific post and core restorations compatible with the root canal anatomy. Digital design and manufacturing processes may contribute to preparing restorations that are more compatible with the canal structure (3).

Digital Workflow In Dentistry: Applications, Advantages And Limitations

The use of digital workflow in removable prosthesis production was demonstrated in the study by Wang et al. In this study, the metal frameworks, denture bases, and artificial teeth of removable partial dentures were planned using computer-aided design software and produced using three-dimensional printing technologies. However, the researchers stated that intraoral scanners may not fully record soft tissues in their functional state and therefore proposed the "fusion model" approach, in which digital

and conventional impressions are used together. In this method, hard tissues were recorded with digital impressions and soft tissues with conventional impressions, and the obtained data were combined to create a single digital model (2).

In one of the studies demonstrating the use of digital workflow in implant treatment, Papaspyridakos et al. described a fully digital treatment protocol extending from guided implant placement in the edentulous mandible to the delivery of a monolithic zirconia implant-supported fixed full-arch prosthesis. In this study, the implant placement procedure was digitally planned using CBCT data, and surgical guides were produced using three-dimensional printing technologies. After implant placement, digital impressions were obtained with an intraoral scanner, and by using the Double Digital Scanning (DDS) technique, the STL data obtained from two separate digital scans were combined to obtain a single digital model. Using this model, a prototype prosthesis was first prepared, and then the definitive monolithic zirconia prosthesis was produced using the CAD/CAM milling method. The researchers reported that the treatment process could be completed in three clinical appointments, from implant surgery to the delivery of the definitive prosthesis (8).

109

In studies comparing conventional and digital impression methods, it has been reported that digital impressions offer advantages such as enabling rapid data acquisition, allowing data to be stored digitally, and enabling direct transfer to the laboratory. In addition, when evaluated from the patient's perspective, conventional impressions have been reported to cause discomfort in the mouth and may lead to breathing difficulties, whereas digital impressions are considered more comfortable and may increase patient satisfaction (4).

Although the use of three-dimensional printing technologies in dentistry has increased, some limitations exist. The number of suitable materials for clinical applications is limited, and there is a need to develop materials that can exhibit mechanical properties similar to traditional ceramics or metal alloys. In addition, high equipment and material costs and the complexity of post-processing procedures may make the widespread use of this technology more difficult. Furthermore, more research is needed regarding the long-term clinical performance of dental materials produced with three-dimensional printing (9).

Conclusion

Three-dimensional printing technology, as an important component of the digital workflow in dentistry, has led to significant changes in clinical and laboratory processes. The integration of digital scanning, CAD design, and 3D printing technologies enables the production of many dental products such as crowns, bridges, prostheses, orthodontic appliances, and surgical guides with high accuracy and in a shorter time. This approach facilitates the production of personalized restorations while offering important advantages such as reduced production time, decreased material waste, and a more efficient clinical workflow. However, there are also some limitations, such as high initial costs, material limitations, and the need for training for the effective use of the technology. Nevertheless, with the development of advanced software systems, new biocompatible materials, and improved printing techniques, the areas of use of 3D printing in dentistry are expected to expand progressively. In this regard, digital workflow and 3D printing technologies make significant contributions to the development of more precise, faster, and personalized treatment approaches in modern dentistry.

References

1. Bhatt S, Simre SS, Patadiya HH, Yadav D, Deepti B, Sathvi SS, Manamasa Y. 3D printing in dentistry: a review. *J Adv Med Dent Sci Res.* 2025;13(1):11-15.
2. Wang X, Ma D, Zhong S, Ye Q, Zhao Y, Ren N, Bai S. A digital workflow for designing and manufacturing metal frameworks and removable partial dentures: a novel dental technique. *J Prosthodont.* 2025;34(8):873-878.

3. Almarshadi R, Hamdi S, Hadi F, Alshehri A, Alsahafi R, Aljohani N, et al. Redefining digital dentistry: multidisciplinary applications of 3D printing for personalized dental care. *Cureus*. 2025;17(6).
4. Pereira ALC, Medeiros VR, Campos MDFTP, de Medeiros AKB, Yilmaz B, Carreiro AFP. Conventional and digital impressions for complete-arch implant-supported fixed prostheses: time, implant quantity effect and patient satisfaction. *J Adv Prosthodont*. 2022;14(4):212.
5. Chu SB, Ooi HS. The digital workflow in dentistry: adoption and challenges. *IIUM J Orofac Health Sci*. 2025;6(2):244-251.
6. Balhaddad AA, Garcia IM, Mokeem L, Alsahafi R, Majeed-Saidan A, Albagami HH, et al. Three-dimensional (3D) printing in dental practice: applications, areas of interest, and level of evidence. *Clin Oral Investig*. 2023;27(6):2465-2481.
7. Papaspyridakos P, Vazouras K, Chen YW, Kotina E, Natto Z, Kang K, Chochlidakis K. Digital vs conventional implant impressions: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthodont*. 2020;29(8):660-678.
8. Papaspyridakos P, De Souza A, Bathija A, Kang K, Chochlidakis K. Complete digital workflow for mandibular full-arch implant rehabilitation in 3 appointments. *J Prosthodont*. 2021;30(6):548-552.
9. Chen Y, Wei J. Application of 3D printing technology in dentistry: a review. *Polymers (Basel)*. 2025;17(7):886.
10. Jun MK, Kim JW, Ku HM. Three-dimensional printing in dentistry: a scoping review of clinical applications, advantages, and current limitations. *Oral*. 2025;5(2):24.
11. Habib AAI, Sheikh NA. 3D printing review in numerous applications for dentistry. *J Inst Eng (India) Ser C*. 2022;103(4):991-1000.

Presentation ID / Sunum No= 197

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: /0009-0007-1715-6350

Derin Çürüklü Genç Daimi Dişin Mineral Trioksit Agreagat ve İndirek Restorasyon ile Tedavisi: Olgu Sunumu

111

Researcher Nagihan Kara Şimşek¹, Assoc. Prof. Dr. Hüseyin Şimşek²

¹Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Endodonti Anabilim Dalı

²Ordu Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi Pedodonti Anabilim Dalı

Özet

Amaç: Derin çürüklü genç daimi dişlerde pulpa vitalitesinin korunması ve kök gelişiminin devamının sağlanması klinik açıdan önem taşımaktadır. Bu olgu sunumunda, açık apeksli sağ mandibular ikinci küçük azı dişinde, yaygın koronal madde kaybının vital pulpa tedavisi ve indirek restorasyon ile tedavisi sunulmuştur. **Olgu sunumu:** Kliniğe çürük şikayetiyle başvuran 10 yaşındaki hastadan alınan anamnezde mandibular sağ alt ikinci küçük azı dişinde provake ağrı şikayeti olduğu öğrenilmiştir. Klinik muayenede dişte derin çürükle beraber dişeti polibi varlığı belirlenmiştir. Radyolojik muayenede dişin apeks oluşumunun tamamlanmadığı görülmüştür. Lokal anestezi ve rubber dam izolasyonu altında çürük dokusu ve dişeti polibi uzaklaştırılmıştır. Sodyum hipoklorit ile 5 dakika kanama kontrolü sağlandıktan sonra, Mineral Trioksit Agreagat (Cerkamed bio MTA, Poland) ile tam pulpotomi uygulanmış ve indirek restorasyon uygulaması için preperasyon yapılmıştır. Ağız içi tarayıcı (TRIOS 3, 3Shape) ile hastanın dijital tarama verileri elde edilmiştir. Dental tasarım programında (exocad DentalCAD) kron restorasyonun tasarımı yapılmıştır. Restorasyon tasarımı, 3 boyutlu printer (Nextdent 5100, NEXTDENT) ile daimi kron reçinesinden (Saremco print CROWNTEC) üretilmiştir. Polisaj ve glaze işlemlerinden sonra daimi kron kendinden adeziv rezin siman ile (RelyX U200) ile simante edilmiştir. **Sonuç:** On dört aylık klinik ve radyografik takipte dişin asemptomatik olduğu, fonksiyonunu koruduğu ve kök gelişiminin tamamlanarak apikal kapanmanın sağlandığı belirlenmiştir. Bu bulgular, uygun vaka seçimi yapıldığında tam pulpotomi ve uygun koronal restorasyon kombinasyonu genç daimi dişlerde etkili ve konservatif bir yaklaşım olabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: Genç Daimi Diş, Tam Pulpotomi, Açık Apeks, 3 Boyutlu Yazıcı

Treatment of a Deeply Decayed Permanent Tooth in a Young Patient Using Mineral Trioxide Aggregate and Indirect Restoration: A Case Report

Abstract

Objective: Preserving pulp vitality and ensuring continued root development in young permanent teeth with deep caries is clinically important. This case presentation describes the treatment of extensive coronal substance loss in a right mandibular second premolar with an open apex, involving vital pulp

therapy and indirect restoration. Case presentation: A 10-year-old patient presented to the clinic complaining of tooth decay. The clinical examination revealed deep decay and the presence of a gingival polyp on the mandibular right lower second premolar. Radiographic examination showed that the apex of the tooth was not fully formed. Under local anaesthesia and rubber dam isolation, the carious tissue and gingival polyp were removed. After 5 minutes of bleeding control with sodium hypochlorite, a total pulpotomy was performed using Mineral Trioxide Aggregate (Cerkamed bio MTA, Poland) and preparation was made for indirect restoration. The patient's digital scan data was obtained using an intraoral scanner (TRIOS 3, 3Shape). The crown restoration was designed using dental design software (exocad DentalCAD). The restoration design was produced from permanent crown resin (Saremco print CROWNTEC) using a 3D printer (Nextdent 5100, NEXTDENT). After polishing and glazing, the permanent crown was cemented with self-adhesive resin cement (RelyX U200). Conclusion: Fourteen months of clinical and radiographic follow-up revealed that the tooth was asymptomatic, retained its function, and achieved complete root development with apical closure. These findings suggest that, with appropriate case selection, the combination of total pulpotomy and suitable coronal restoration may be an effective and conservative approach in young permanent teeth.

Keywords: Young Permanent Tooth, Total Pulpotomy, Open Apex, 3D Printer

Giriş

Genç daimi dişlerde derin dentin çürüklerinin yönetimi, pulpanın canlılığını koruma ve fizyolojik kök gelişiminin devamını sağlama hedefleri nedeniyle önem taşır. Vital pulpa tedavisinin temel amacı, dentin-pulpa kompleksindeki bakteriyel yükü azaltarak pulpa canlılığını sürdürmek ve apeksogenezise uygun biyolojik ortamı oluşturmaktır. Bu yaklaşım, özellikle kök gelişimi tamamlanmamış dişlerde uzun dönem diş prognozu açısından değerlidir ^{1,2}.

Total pulpotomi, uygun olgu seçimi yapıldığında genç daimi dişlerde konservatif ve etkili bir tedavi seçeneği olarak giderek daha fazla kabul görmektedir. Mineral trioksit agregat (MTA) gibi kalsiyum silikat esaslı materyallerle yapılan pulpotomi uygulamalarında immatür daimi dişlerde yüksek klinik ve radyografik başarı, devam eden kök gelişimi ve apikal kapanma bildirilmiştir ²⁻⁴. Ayrıca benzer şekilde semptomatik immatür mandibular ikinci küçük azıda trikalsiyum silikat esaslı materyalle parsiyel pulpotomi sonrası olumlu sonuçlar rapor edilmiştir ⁵.

Vital pulpa tedavisinin başarısı yalnızca biyolojik materyale değil, aynı zamanda etkili koronal sızdırmazlığa da bağlıdır. Koronal restorasyonun kalitesi ile tedavi sonrası periapikal durum arasında ilişki bulunduğu gösterilmiştir ⁶. Geniş koronal madde kaybı bulunan posterior dişlerde indirek restorasyon yaklaşımı konservatif bir restoratif seçenek olarak öne çıkmaktadır. Dijital iş akışında ise ölçü, tasarım ve üretim aşamalarında klinik kolaylık sağlamaktadır ^{7,8}. Bununla birlikte, 3D-baskı ile üretilen kalıcı kron rezinleriyle ilgili klinik veriler henüz sınırlıdır, mevcut yayınlar daha çok erişkin premolar ve molar dişlerde kısa ve orta dönem sonuçlar bildirmektedir ^{9,10}.

Bu olgu sunumunda, derin çürüklü ve açık apeks immatür mandibular sağ ikinci küçük azı dişinin MTA ile total pulpotomi ve indirek restorasyonu ile tedavisi sunulmaktadır.

Olgu Sunumu

Sistemik olarak sağlıklı on yaşındaki kız hasta, mandibular sağ alt arka bölgede çürük ve ağrı şikâyetiyle kliniğe başvurdu. Alınan anamnezde ağrının özellikle uyaranlarla ortaya çıktığı ve provoke karakterde olduğu öğrenildi.

Klinik muayenede mandibular sağ ikinci küçük azı dişinde geniş çürük lezyonu, ileri derecede koronal madde kaybı ve kavite içerisinde dişeti polibi varlığı gözlemlendi. Radyografik incelemede dişin kök gelişiminin tamamlanmadığı ve apeksin açık olduğu belirlendi. Klinik ve radyografik bulgular birlikte değerlendirildiğinde, pulpa vitalitesini koruyarak kök gelişiminin devamını hedefleyen konservatif tedavi planlandı.

Tedavi lokal anestezi altında ve rubber dam izolasyonu ile gerçekleştirildi. Çürük dokuları ve dişeti polibi uzaklaştırıldıktan sonra koronal pulpa dokusu çıkarılarak total pulpotomi uygulandı. Sodyum hipoklorit emdirilmiş steril pamuk pelet ile yaklaşık 5 dakika içinde kanama kontrolü sağlandı. Kanama

kontrolünün ardından pulpa yara yüzeyi üzerine mineral trioksit agregat (Cerkamed bio MTA, Poland) yerleştirildi.

İndirek restorasyon uygulaması için kron preperasyonu yapıldı. Ağız içi tarayıcı (TRIOS 3; 3Shape) ile hastanın dijital tarama verileri elde edildi. Dental tasarım programında (exocad DentalCAD) kron restorasyonun tasarımı yapıldı. Restorasyon tasarımı, 3 boyutlu printer (Nextdent 5100; NEXTDENT) ile daimi kron reçinesinden (Saremco print CROWNTEC) üretildi. Polisaj ve glaze işlemlerinden sonra daimi kron kendinden adeziv rezin siman ile (RelyX U200) ile simante edildi. Oklüzal kontroller sonrası tedavi tamamlandı.

Hasta düzenli klinik ve radyografik kontrollerle izlendi. On dört aylık takipte dişin asemptomatik olduğu, fonksiyonunu sürdürdüğü, perküsyon ve palpasyonda hassasiyet göstermediği gözlemlendi. Radyografik değerlendirmede kök gelişiminin tamamlandığı ve apikal kapanmanın sağlandığı görüldü.

Tartışma

Bu olguda, açık apeksli genç daimi premolar dişte çürük dokusu uzaklaştırıldıktan sonra kalan sağlıklı pulpa dokusu total pulpotomi ile tedavi edildi. Güncel literatür, immatür daimi dişlerde semptom varlığının tek başına pulpanın tamamen geri dönüşümsüz olarak değerlendirilmesi için yeterli olmadığını, uygun kanama kontrolü ve sağlıklı pulpa varlığında pulpotominin başarılı olabileceğini göstermektedir ^{3,4}.

Bu vakada kanama kontrolünün 5 dakika içinde sağlandı. Sodyum hipoklorit ile hemostaz sağlanması, vital pulpa tedavilerinde sık kullanılan ve literatürde desteklenen bir yaklaşımdır ^{1,4}. Öte yandan MTA ve benzeri kalsiyum silikat esaslı materyallerin biyouyumluluğu, sert doku oluşumunu desteklemesi ve iyi sızdırmazlık özellikleri, bu materyalleri pulpotomi için uygun seçenekler haline getirmektedir ^{1,2}. MTA ile tedavi edilen immatür daimi dişlerde, devam eden kök gelişimi ve yüksek başarı oranları bildirilmiştir ³. Bu olguda da 14 aylık takipte kök gelişiminin tamamlanması ve apikal kapanmanın sağlanması, tedavinin biyolojik hedeflerine ulaştığını düşündürmektedir.

Literatürde, koronal restorasyon kalitesinin klinik prognozda önemli olduğunu gösterilmektedir ⁶. Ayrıca posterior dişlerde indirek kron benzeri restorasyonların, özellikle ciddi koronal doku kaybında, konservatif bir alternatif oluşturabileceği bildirilmiştir ⁸. Dijital iş akışları, ölçü, tasarım ve üretimin tek zincirde yürütülmesine olanak sağlayarak restoratif süreci kolaylaştırmaktadır ⁷.

Bununla birlikte, burada kullanılan 3D-baskıda kullanılan daimi kron materyaliyle ilgili klinik kanıtların halen gelişmektedir. Erişkin premolar ve molarlar dişlerde 3D-baskı ile üretilen kalıcı rezin restorasyonların 2 yıllık kabul edilebilir klinik performans gösterdiği bildirilmiş olsa da, genç hastalarda vital pulpa tedavisi yapılan premolar dişlerde doğrudan genellenebilir veri sınırlıdır ⁹. Ayrıca 3D-baskı ile üretilen restorasyonların adeziv simantasyonlarının kalitesinin yüzey işlemlerinden etkilenebildiği gösterilmiştir ¹⁰. Bu nedenle bu olgudaki olumlu sonuç umut verici olmakla birlikte, benzer vakaların daha uzun takipli klinik çalışmalarla desteklenmesi gerekir.

Sonuç

Bu olgu raporu, uygun vaka seçimi yapıldığında total pulpatominin immatür dişlerde kök gelişiminin devamını destekleyen etkili ve konservatif bir tedavi seçeneği olabileceğini göstermektedir. Sızdırmaz koronal restorasyon yapılması tedavi başarısının önemli bir bileşenidir.

Kaynaklar

1. Witherspoon DE. Vital Pulp Therapy with New Materials: New Directions and Treatment Perspectives-Permanent Teeth. *J Endod.* 2008;34. doi:10.1016/j.joen.2008.02.030
2. Chen Y, Chen X, Zhang Y, et al. Materials for pulpotomy in immature permanent teeth: a systematic review and meta-analysis. *BMC Oral Health.* 2019;19(1). doi:10.1186/s12903-019-0917-z

3. Nosrat A, Seifi A, Asgary S. Pulpotomy in caries-exposed immature permanent molars using calcium-enriched mixture cement or mineral trioxide aggregate: a randomized clinical trial. *Int J Paediatr Dent*. 2013;23(1):56-63. doi:10.1111/j.1365-263X.2012.01224.x
4. Özgür B, Uysal S, Güngör HC. Partial Pulpotomy in Immature Permanent Molars After Carious Exposures Using Different Hemorrhage Control and Capping Materials. *Pediatr Dent*. 2017;39(5):364-370.
5. Villat C, Grosogeat B, Seux D, Farge P. Conservative approach of a symptomatic carious immature permanent tooth using a tricalcium silicate cement (Biodentine): a case report. *Restor Dent Endod*. 2013;38(4):258. doi:10.5395/rde.2013.38.4.258
6. Craveiro MA, Fontana CE, De Martin AS, Bueno CEDS. Influence of coronal restoration and root canal filling quality on periapical status: Clinical and radiographic evaluation. *J Endod*. 2015;41(6):836-840. doi:10.1016/j.joen.2015.02.017
7. Joda T, Zarone F, Ferrari M. The complete digital workflow in fixed prosthodontics: a systematic review. *BMC Oral Health*. 2017;17(1). doi:10.1186/s12903-017-0415-0
8. Al-Dabbagh RA. Survival and success of endocrowns: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Prosthetic Dentistry*. 2021;125(3):415. doi:10.1016/j.prosdent.2020.01.011
9. Ezgi S, Gonca BKZ. Additively Manufactured Definitive Crown Resins on Premolar and Molar Teeth: 2-Year Results of a Prospective Clinical Study. *Int J Prosthodont*. 2025;38(3):1-28. doi:10.11607/ijp.9200
10. Ersöz B, Aydın N, Ezmek B, Karaoğluoğlu S, Çal İK. Effect of Surface Treatments Applied to 3D Printed Permanent Resins on Shear Bond Strength. *J Clin Exp Dent*. 2024;16(9): e1059-e1066. doi:10.4317/jced.61884

Presentation ID / Sunum No= 200

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-0668-1858

Beyond Standard Diagnostics: Integrating AI with Zebris Biometric Data for Precision Occlusion

115

Assist. Prof. PhD Stud. Oana Cucoveică¹, Assoc. Prof. Mihaela Păpuşa Vasiliu¹, Assist. Prof. PhD Stud. Fuiogă CodrinPaul¹, Prof. PhD Leonard Ionuţ Atanase¹, Habil., Prof. PhD Carmen Stadoleanu¹

¹University Apollonia from Romania, Iasi

Özet

Geleneksel oklüzal tanı yöntemleri esas olarak statik göstergelere dayanır ve genellikle stomatognatik sistemin dinamik fonksiyonel davranışını yakalamakta başarısız olur. Bu çalışmanın amacı, fonksiyonel oklüzal değerlendirmeyi iyileştirmek için Zebris Çene Hareket Analizörü kullanılarak yapılan mandibular hareket analizini yapay zekâ tabanlı analitik yöntemlerle entegre eden dijital bir tanı iş akışı sunmaktır. Mandibular hareketler, kranial bir referans çerçevesine göre üç boyutlu uzayda mandibular hareketi yakalayabilen ultrasonik bir çene izleme sistemi kullanılarak kaydedildi. Standartlaştırılmış kayıtlar arasında ağız açma ve kapama, protrüzyon hareketleri, lateral hareketler ve çiğneme döngüleri yer aldı. Çıkarılan biyomekanik parametreler arasında mandibular yörüngeler, kondiler yol eğimi, çiğneme döngüsü geometrisi, fonksiyonel çiğneme açısı ve hareket hızı yer aldı. Kaydedilen veri kümelerini analiz etmek ve fonksiyonel hareket modellerini belirlemek için makine öğrenimi ve örüntü tanıma dayalı yapay zekâ teknikleri önerildi. Dijital mandibular hareket izleme, fonksiyonel hareketler sırasında mandibular kinematiği tanımlayan ayrıntılı veri kümeleri oluşturdu. Bu veri setlerinin nicel analizi, yörünge simetrisi, çiğneme döngüsü tekrarlanabilirliği ve kondil hareket özelliklerinin değerlendirilmesini sağladı. Yapay zekâ tabanlı algoritmalar, stomatognatik sistemin fonksiyonel bozukluklarıyla ilişkili düzensiz hareket modellerinin otomatik olarak tanımlanması potansiyelini gösterdi. Yapay zekânın biyometrik mandibular hareket analiziyle entegrasyonu, protez diş hekimliğinde tanı doğruluğunu artırmak için umut vadeden bir yaklaşım temsil etmektedir. Zebris hareket verilerinin yapay zekâ destekli analizi, klinisyenlere fonksiyonel anormallikleri tespit etmede ve bireyselleştirilmiş tedavi planlamasını optimize etmede destek sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Mandibular hareket analizi, Yapay zekâ, Dijital oklüzyon, Zebris çene takibi, Temporomandibular eklem, Protez diş hekimliği tanısı

Abstract

Traditional occlusal diagnostic methods rely mainly on static indicators and often fail to capture the dynamic functional behavior of the stomatognathic system. The aim of this study was to present a digital diagnostic workflow integrating mandibular motion analysis using the Zebris Jaw Motion Analyzer with artificial intelligence-based analytical methods in order to improve functional occlusal assessment.

Mandibular movements were recorded using an ultrasonic jaw tracking system capable of capturing mandibular motion in three-dimensional space relative to a cranial reference frame. Standardized recordings included mouth opening and closing, protrusive movements, lateral excursions, and masticatory cycles. Extracted biomechanical parameters included mandibular trajectories, condylar

pathway inclination, chewing cycle geometry, functional masticatory angle, and movement velocity. Artificial intelligence techniques based on machine learning and pattern recognition were proposed to analyze the recorded datasets and identify functional movement patterns. Digital mandibular motion tracking generated detailed datasets describing mandibular kinematics during functional movements. Quantitative analysis of these datasets enabled evaluation of trajectory symmetry, chewing cycle reproducibility, and condylar motion characteristics. Artificial intelligence-based algorithms demonstrated potential for automated identification of irregular movement patterns associated with functional disturbances of the stomatognathic system. The integration of artificial intelligence with biometric mandibular motion analysis represents a promising approach for improving diagnostic accuracy in prosthodontics. AI-assisted analysis of Zebris motion data may support clinicians in detecting functional abnormalities and optimizing individualized treatment planning.

Keywords: Mandibular motion analysis, Artificial intelligence, Digital occlusion, Zebris jaw tracking, Temporomandibular joint, Prosthodontic diagnostics

1. Introduction

Precise quantification of occlusal dynamics is a cornerstone of contemporary prosthodontic diagnostics and complex oral rehabilitation. Functional occlusion arises from a synergistic equilibrium between dental morphology, the temporomandibular joints (TMJs), and the intricate neuromuscular pathways that orchestrate mandibular kinesis during physiological activities such as mastication, deglutition, and phonation [1]. While traditional diagnostic modalities—including articulating paper, shimstock foils, and mechanical articulators—remain clinical staples for assessing static interfacial contacts, they possess inherent limitations in capturing the stochastic and time-dependent nature of the stomatognathic system.

The digital revolution in dentistry has catalyzed a shift toward objective biomechanical assessment through real-time jaw-tracking technologies. These optoelectronic or ultrasonic systems facilitate the acquisition of high-resolution, three-dimensional mandibular trajectories, offering unprecedented insights into condylar kinematics and functional movement patterns [2]. A prominent example is the Zebris Jaw Motion Analyzer, which utilizes ultrasonic transducers to record precise biometric datasets relative to a stable cranial reference frame, effectively bridging the gap between clinical observation and quantitative biomechanical analysis.

Concurrently, Artificial Intelligence (AI) and Machine Learning (ML) architectures have revolutionized biomedical data processing, demonstrating superior efficacy in radiographic interpretation, cephalometric analysis, and periodontal risk stratification [3]. However, a significant hiatus remains in the literature regarding the integration of AI with dynamic mandibular motion datasets. The high dimensionality and complexity of the kinematic data generated by systems like Zebris present a formidable challenge for manual interpretation, often leading to intra-observer variability and potential diagnostic oversight.

AI-driven analytical frameworks offer a transformative solution, enabling the extraction of latent functional patterns and subtle deviant markers that elude conventional algorithmic processing [4, 5]. By leveraging automated pattern recognition, clinicians can transition from subjective clinical intuition to data-driven diagnostic precision.

Consequently, the objective of the present study is to propose and evaluate a novel digital diagnostic workflow. This framework integrates biometric data derived from the Zebris Jaw Motion Analyzer with AI-based computational models, aiming to enhance the accuracy of functional occlusal diagnostics and provide a robust, evidence-based foundation for clinical decision-making in prosthodontics.

2. Materials and Methods

2.1 Mandibular Kinematic Acquisition System

Mandibular Motion Tracking Protocol

Mandibular kinematics were quantified using the **Zebris Jaw Motion Analyzer (Zebris Medical GmbH)**, an advanced optoelectronic-ultrasonic tracking system engineered for high-resolution, three-dimensional spatial analysis. The hardware architecture consists of a coordinated array of ultrasonic transmitters and receivers designed to map mandibular excursions with high temporal and spatial fidelity. (Figure 1)



Figure 1. Operational setup of the Zebris Jaw Motion Analyzer illustrating the ultrasonic transmitter-receiver synchronization.

Data Acquisition and Spatial Triangulation

The recording configuration involves a mandibular sensor (comprising ultrasonic emitters) coupled with a lightweight, non-invasive cranial reference frame equipped with synchronized receivers. (figure 2) During dynamic mandibular excursions, the system captures ultrasonic impulses emitted from the mandibular component.



Figure 2. Intra-operative view of the Zebris Jaw Motion Analyzer during the calibration protocol. The image illustrates the sensor-receiver coupling and the alignment procedure prior to the recording of functional mandibular kinematics.

Through a process of **continuous spatial triangulation**, the system calculates the instantaneous Cartesian coordinates (x, y, z) of the mandible relative to the established cranial reference frame. This methodology allows for the precise mapping of condylar trajectories and incisal point pathways, providing objective biometric data on the functional dynamics of the stomatognathic system. The

integration of this cranial reference system ensures that the recorded data remains isolated from extraneous head movements, thereby isolating the specific vectors of mandibular motion [6, 7].

2.2 Clinical Methodology: Standardized Patient Preparation Protocol

To ensure maximal intra-subject reproducibility and to neutralize extraneous biomechanical noise, a stringent recording protocol was implemented. The procedural workflow was divided into a preparatory phase and a four-stage optimization framework, as detailed below:

I. Postural and Craniocervical Stabilization

Patients were positioned in a standardized, upright seated posture with the cranium oriented in the **Natural Head Position (NHP)**. Precise craniocervical alignment was monitored to mitigate compensatory postural vectors that could otherwise alter mandibular kinematic trajectories [8].

II. The Four-Stage Optimization Framework

- **Phase I: Psychographic Alignment and Education.** Clinical focus was directed toward patient cognitive engagement and compliance. The comprehensive stomatological treatment plan was structured into hierarchical clinical phases, tailored to individual pathological profiles.
- **Phase II: Systemic and Somatosensory Optimization.** A multidisciplinary clinical assessment was conducted by a specialist in **Physical and Rehabilitation Medicine** both prior to and on the day of the maxillomandibular recording. To standardize proprioceptive input, patients were examined barefoot or with individualized podiatric orthotics (in instances of lower limb dysmetria). Mandatory physiological relaxation and a fixed horizon gaze were enforced to achieve stable postural tonicity [8].
- **Phase III: Loco-regional Functional Rehabilitation.** This phase aimed at the resolution of dysfunctional stomatognathic symptomatology. Myofascial tonicity was calibrated using neuromuscular decontraction protocols and functional vascularization exercises (e.g., standardized masticatory cycles with paraffin, manual soft-tissue mobilization). These interventions were designed to establish a positive neuromuscular feedback loop essential for accurate data acquisition [9].
- **Phase IV: Local Clinical Optimization.** Based on specific clinical indices, localized interventions—including lingual nerve anesthesia—were administered where necessary. This step was critical to eliminate peripheral sensory interference, thereby facilitating an unhindered recording of the centric relation.

Mandibular Kinematic Recording Protocol

To capture a comprehensive profile of the patient's functional dynamics, a standardized battery of mandibular kinematic recordings was executed using the Zebris system. The acquisition sequence comprised the following physiological maneuvers:

- **Vertical Excursions:** Maximum active mouth opening and closing to assess the total range of mandibular travel and deviation patterns.
- **Sagittal Dynamics:** Protrusive mandibular movements to evaluate condylar guidance and symmetry.
- **Horizontal Excursions:** Controlled right and left lateral mediotrusive movements.
- **Functional Dynamics:** Rhythmic mastication cycles, performed to analyze the stochastic nature of the chewing envelopes and the coordination of the stomatognathic system during physiological loading.

The core data acquisition phase focused on capturing the complex dynamics of the stomatognathic system. This specialized configuration allowed for the simultaneous tracking of incisal point trajectories and bilateral condylar pathways during functional excursions (**Figure 3: Recording setup for incisal trajectories and condylar movements**). By isolating these

specific kinematic vectors, the system provided the high-resolution spatial data necessary for subsequent AI-driven feature extraction.

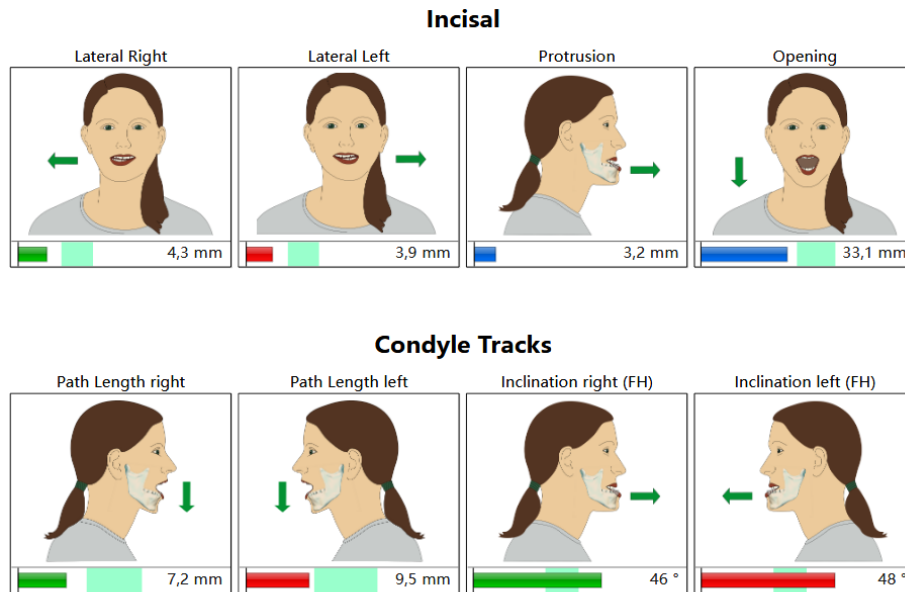


Figure 3. Real-time recording interface displaying the simultaneous acquisition of incisal point spatial trajectories and condylar movement vectors. The graphical representation illustrates the synchronization between mandibular rotation and translation.

To ensure high **intra-subject reliability** and to account for potential biological variability, each kinematic task was performed in triplicate. This iterative recording approach allowed for the statistical evaluation of the **reproducibility of mandibular trajectories**, providing a robust and filtered dataset for subsequent computational analysis via the Artificial Intelligence (AI) framework [10,11].

Quantitative Biomechanical Analysis: Parameter Extraction

The raw kinematic datasets acquired via the Zebris system were computationally processed to extract high-fidelity biomechanical descriptors of mandibular function. To ensure an objective characterization of the stomatognathic system's dynamics, the following primary parameters were quantified:

- **Spatial Kinematics:** Continuous three-dimensional (x, y, z) mandibular trajectories, allowing for the mapping of the incisal and condylar point movement vectors.
- **Condylar Path Geometry:** Calculation of the **Condylar Guidance Inclination (CGI)** relative to the axis-orbital plane, a critical metric for personalized prosthodontic programming.
- **Masticatory Cycle Morphology:** Geometric analysis of the chewing envelopes, including the assessment of bolus-processing symmetry and cycle stability.
- **Functional Masticatory Angle (FMA):** Determination of the opening and closing angles during rhythmic functional tasks, reflecting the efficiency of the neuromuscular coordination.
- **Derivative Dynamics:** Calculation of instantaneous **velocity (v)** and **acceleration (a)** profiles. These second and third-order derivatives provide insight into the fluidity of mandibular movement and help identify subtle muscular tremors or joint "catches" characteristic of temporomandibular dysfunction (TMD).

These quantitative metrics serve as objective biometric fingerprints, transitioning the diagnostic process from qualitative clinical observation to a robust, evidence-based biomechanical evaluation of functional occlusion [12, 13].

The digital acquisition workflow allowed for the systematic extraction of high-resolution biometric data. The primary quantitative descriptors, encompassing spatial kinematics, condylar dynamics, and temporal derivatives, are summarized in **Table 1**.

Table 1. Biomechanical parameters obtained from digital mandibular motion analysis

Parameter	Description	Clinical significance
Maximum opening mouth	Vertical mandibular displacement	Indicator of TMJ mobility
Lateral amplitude excursion	Horizontal mandibular displacement	Evaluation of occlusal guidance
Condylar inclination path	Angle of condylar trajectory during protrusion	Articulator settings
Chewing cycle geometry	Shape and reproducibility of masticatory cycles	Neuromuscular coordination
Functional masticatory angle	Angle between opening and closing trajectories	Occlusal harmony indicator
Mandibular velocity	Speed of mandibular displacement	Muscular performance

2.5 Artificial intelligence–based data analysis

Computational Framework: Artificial Intelligence in Mandibular Motion Analysis

To translate complex kinematic data into clinically actionable insights, a computational framework based on **Artificial Intelligence (AI)** was integrated into the diagnostic workflow. The high dimensionality of the datasets necessitated the use of advanced analytical methods to parse the non-linear relationships within the stomatognathic biomechanics.

Machine Learning (ML) and Pattern Recognition Supervised and unsupervised **Machine Learning algorithms** were employed to process the extracted biomechanical parameters. By utilizing **feature selection and classification techniques**, the system was designed to differentiate between physiological movement signatures and pathological deviations. Specifically, pattern recognition architectures were utilized to:

- **Classify Mandibular Trajectories:** Categorizing movement envelopes based on symmetry, fluidity, and range of motion.
- **Detect Functional Asymmetries:** Identifying micro-deviations in masticatory cycles and condylar pathways that are often imperceptible during standard clinical observation [14].

Predictive Modeling and Diagnostic Support Beyond static classification, **predictive modeling approaches** (such as Random Forest or Neural Network architectures) were proposed to assess the probability of functional disturbances. By correlating kinematic features with known clinical markers, these models estimate the likelihood of developing or progressing toward **Temporomandibular Disorders (TMD)**. This transition from descriptive to predictive analytics facilitates a proactive therapeutic approach, allowing for personalized prosthodontic interventions based on data-driven risk stratification [15, 16].

3. Results

Kinematic Characterization and AI-Driven Pattern Analysis

Functional Kinematic Profiles The digital acquisition of mandibular motion yielded high-density datasets that provided a granular characterization of craniomandibular dynamics. Visual reconstruction of the trajectories during physiologic opening and closing maneuvers revealed consistent, curvilinear patterns, characterized by harmonic synchronization between the condylar translation and mandibular rotation.

Masticatory Cycle Dynamics Geometric analysis of the functional masticatory cycles identified classic elliptical envelopes, with distinct morphological phases corresponding to the opening, closing, and occlusal power stroke stages. Under physiologic conditions, these envelopes exhibited remarkable geometric stability and high intra-subject reproducibility across consecutive masticatory sequences, reflecting a well-coordinated neuromuscular governance of the stomatognathic system.

Quantitative Biometric Indices Automated extraction of kinematic metrics facilitated the precise quantification of:

- **Excursion Parameters:** Definitive measurements of movement amplitude and spatial symmetry across all three planes of motion.
- **Kinetic Profiles:** Instantaneous velocity and acceleration curves, which remained fluid in healthy subjects.
- **Condylar Guidance:** The mean Condylar Path Inclination (CPI) was successfully calculated, providing critical biometric data for the programmed setting of virtual and mechanical articulators in prosthetic rehabilitation.

121

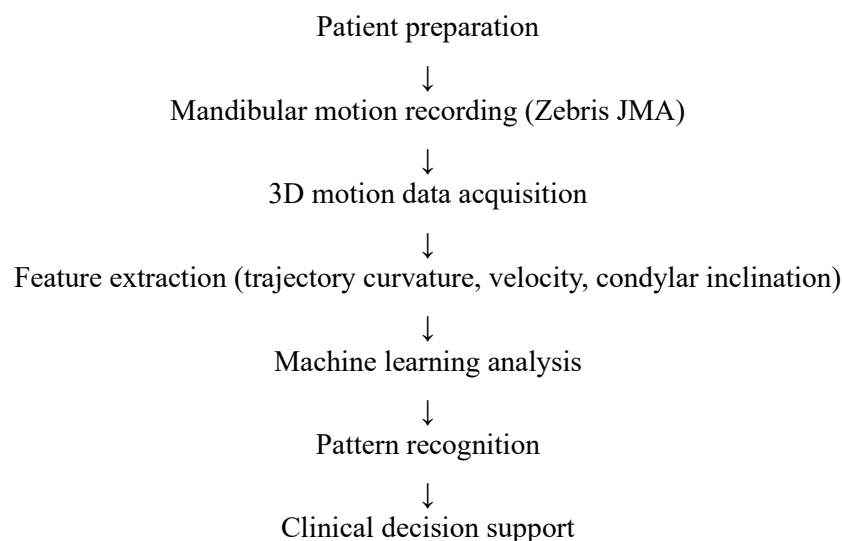
AI-Enhanced Deviation Detection The integration of AI-based pattern recognition algorithms demonstrated superior sensitivity in identifying sub-clinical deviations from normative movement benchmarks. The computational models effectively isolated:

1. **Kinematic Dysrhythmias:** Irregularities in the rhythm and morphology of chewing cycles.
2. **Structural Asymmetries:** Significant bilateral variances in trajectory vectors.
3. **Pathognomonic Deviations:** Abnormal condylar pathways and "jerk" movements in the velocity profiles, suggesting early-stage dysfunctional syndromes or mechanical interferences within the temporomandibular joint (TMJ).

The architectural framework of this study is anchored in a multi-stage computational pipeline. This process transitions from standardized clinical data acquisition to automated biometric interpretation, as conceptualized in **Figure 4: AI-assisted digital workflow for mandibular motion analysis**. This workflow underscores the integration of high-fidelity kinematic sensors with advanced machine learning heuristics to optimize diagnostic throughput.

Figure 4. AI-assisted digital workflow for mandibular motion analysis

Diagnostic workflow:



4. Discussion

The clinical transition from static occlusal assessment to dynamic kinematic profiling represents a fundamental shift in contemporary prosthodontics. Our findings underscore that functional occlusion cannot be fully understood through interfacial contact analysis alone; rather, it requires a comprehensive evaluation of the **stomatognathic system's** multidimensional behavior. While conventional diagnostic tools—such as articulating paper and mechanical articulators—remain indispensable for immediate clinical feedback, they inherently fail to capture the stochastic nature of mandibular functional excursions [17].

The implementation of **digital jaw-tracking technologies**, specifically the Zebris Jaw Motion Analyzer, addresses this diagnostic hiatus. By generating high-resolution, three-dimensional datasets, these systems provide a robust biometric foundation for evaluating condylar pathways and masticatory envelopes with objective precision. This objectivity is paramount in complex oral rehabilitations, where the precise programming of virtual articulators directly influences the longevity and biological integration of prosthetic restorations.

A primary contribution of this study is the integration of **Artificial Intelligence (AI)** within the kinematic diagnostic workflow. The high dimensionality of biometric data often precludes exhaustive manual analysis, potentially leading to the omission of subtle deviant patterns. Our proposed AI-driven framework demonstrates that machine learning algorithms are uniquely capable of parsing these complex datasets to identify latent indicators of occlusal disharmony or early-stage **temporomandibular disorders (TMD)** [18]. By automating the detection of functional asymmetries and kinematic dysrhythmias, AI transitions the clinician from a reactive to a predictive diagnostic posture.

Despite the promising outcomes of this integrated approach, several challenges remain. The clinical efficacy of AI models is heavily dependent on the quality and volume of the training datasets. Furthermore, the lack of standardized protocols for digital occlusal analysis across different hardware and software platforms poses a barrier to universal clinical adoption. Therefore, while AI-enhanced kinematics provide superior diagnostic granularity, further large-scale clinical validation is essential to establish normative benchmarks and refine predictive accuracy [19, 20].

Ultimately, the synergy between high-precision digital recording and computational intelligence offers a transformative pathway for evidence-based clinical decision-making, ensuring that prosthodontic interventions are grounded in objective biomechanical data rather than subjective clinical estimations.

5. Conclusion

The implementation of digital mandibular motion analysis via ultrasonic tracking systems represents a significant advancement in the objective quantification of mandibular biomechanics and functional occlusion. By transitioning from static observations to high-resolution kinematic datasets, clinicians can achieve a more granular understanding of the stomatognathic system's dynamic behavior.

The integration of **Artificial Intelligence (AI)** architectures with biometric motion datasets, such as those derived from the Zebris Jaw Motion Analyzer, marks a transformative shift in prosthodontic diagnostics. Our study demonstrates that AI-assisted analysis not only enhances diagnostic precision by identifying sub-clinical functional anomalies but also provides a robust framework for personalized treatment planning.

In conclusion, the synergy between high-precision digital jaw tracking and computational intelligence offers a promising pathway toward the development of **individualized, data-driven occlusal diagnostics**. Such a workflow facilitates superior clinical decision-making, ensuring that prosthetic rehabilitations are physiologically integrated and biomechanically stable. Future research should focus on the standardization of these AI-driven protocols across diverse clinical populations to further validate their predictive efficacy in long-term oral health management.

Bibliografie

1. **D'Amico C, Di Taranto V, Ferrillo M, et al.** *The integration of stomatognathic system and whole-body posture: A systematic review of the latest evidence.* Journal of Oral Biology and Craniofacial Research. 2024;14(1):45-53.
2. **Kordass B, Bernhardt O.** *Digital jaw tracking: The evolution from analog to computerized kinematics in prosthodontics.* International Journal of Computerized Dentistry. 2023;26(2):121-135.
3. **Hwang JJ, Jung SK, Cho BH, Heo MS.** *An overview of deep learning in medical imaging: Focusing on stomatology.* Imaging Science in Dentistry. 2022;52(1):1-12.
4. **Revilla-León M, et al.** *Artificial intelligence in dentistry: A comprehensive review of current and future applications.* The Journal of Prosthetic Dentistry. 2024;131(1):15-26.
5. **Ghergic D, et al.** *Computational analysis of mandibular movement: A new frontier in TMD management.* BMC Oral Health. 2023;23(1):402.
6. **Galo R, et al.** *Accuracy of ultrasonic systems for recording mandibular movements: A comparative study.* Journal of Applied Oral Science. 2022;30:e20210452.
7. **Bernhardt O, et al.** *Standardization of jaw motion analysis: A review of ultrasonic and optoelectronic devices.* International Journal of Computerized Dentistry. 2023;26(1):33-47.
8. **Baldini A, Note A, Tecco S.** *The role of lower limb dysmetria and podiatric support in the global postural equilibrium of dental patients.* Sensors. 2022;22(13):4891. doi:10.3390/s22134891.
9. **Monaco A, Cattaneo R, Mesin L, Ortu E.** *Effect of muscular decontraction on the reproducibility of centric relation recordings.* J Electromyogr Kinesiol. 2023;68:102732. doi:10.1016/j.jelekin.2022.102732.
10. **Gallo LM.** *Mandibular jaw tracking: The trajectory of a biomechanical revolution.* Journal of Oral Rehabilitation. 2021;48(11):1273-1279.
11. **Solaberrieta E, et al.** *Reliability of a digital jaw tracking system in the recording of mandibular movements.* The Journal of Prosthetic Dentistry. 2023;129(4):591-598.
12. **Revilla-León M, Gómez-Polo M, Vyas S, et al.** *Artificial intelligence applications in occlusal analysis and temporomandibular disorders: A systematic review.* The Journal of Prosthetic Dentistry. 2024;131(2):215-228.
13. **Ghergic D, et al.** *Integration of machine learning in the kinematic evaluation of the stomatognathic system.* BMC Oral Health. 2023;23(1):415.
14. **Hwang JJ, et al.** *Deep learning for the automated detection of condylar resorption and TMD.* Imaging Science in Dentistry. 2022;52(2):145-154.
15. **Kordass B, Bernhardt O.** *The shift from static to dynamic occlusion: A digital perspective.* International Journal of Computerized Dentistry. 2023;26(3):201-215.
16. **Revilla-León M, et al.** *The role of machine learning in identifying sub-clinical mandibular dysfunctions.* The Journal of Prosthetic Dentistry. 2024;131(4):510-525.
17. **Ghergic D, et al.** *Challenges in the standardization of digital jaw motion protocols for ISI-indexed clinical studies.* BMC Oral Health. 2023;23(1):580.
18. Velásquez, B., Rodríguez, M., Mosquera, V., et al. (2023). Occlusal analysis in natural dentition: systematic review. *European Journal of Dentistry*, 17(2), 301–310. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1755626>
19. Farook, T.H., Dudley, J. (2024). Understanding occlusion and TMJ function using deep learning and predictive modeling. *Clinical and Experimental Dental Research*, 10(3), e70028. <https://doi.org/10.1002/cre2.70028>

20. Farook, T.H., Haq, T.M., Ramees, L., Dudley, J. (2024). Predictive modelling of freeway space utilising mandibular movement analysis. *Scientific Reports*, 14, 16843. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-67640-3>

Presentation ID / Sunum No= 203

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-1312-8794

CDHVR Müfredat Çerçevesi, Faz 1: Sabit Protetik Diş Tedavisi için Yetkinlik Temelli Bir Model

125

Prof.Dr. İsmail Şahin¹, Assoc. Prof. Dr. Harun Gökçe¹, Prof.Dr. Habil. Leonard Atanase², Asst. Prof. Dr. Oana Cucoveică², Asst. Prof. Dr. Carlos M. Serrano³, Assoc. Prof. Dr. Abdullah Bülbül⁴, Assoc. Prof. Dr. Mahmut Sertac Özdoğan⁴

¹Gazi University Faculty of Technology, Ankara, Türkiye

²University Apollonia, Faculty of Dental Medicine, Iaşi, Romania

³Vrije University, Academic Centre for Dentistry Amsterdam (ACTA), Amsterdam, The Netherlands

⁴Ankara Yıldırım Beyazıt University, Faculty of Dentistry, Ankara, Türkiye

Özet

Bu çalışma, *Curriculum Development in Clinical Dentistry Treatment with Haptic-Based Virtual Reality Application (CDHVR)* projesi kapsamında geliştirilen ve Faz 1 olarak sabit protetik diş tedavisine odaklanan yetkinlik temelli müfredat ve uygulama çerçevesini sunmaktadır. Amaç, haptik sanal gerçeklik, fantom veya manikin uygulamaları, dijital değerlendirme ve yapılandırılmış eğitici geri bildirimini sabit protetik diş tedavisi preklinik eğitimine bütüncül biçimde entegre etmektir. Önerilen model, öğrencilerin geri dönüşü olmayan preparasyon işlemlerine geçmeden önce kontrollü, tekrarlanabilir ve güvenli bir ortamda beceri geliştirmesine olanak tanımaktadır. Aynı zamanda performansın nesnel ölçütlerle değerlendirilmesini, öğrenenin kendi hatalarını yorumlayarak düzeltmesini ve ölçüte dayalı ilerleme kararlarının verilmesini desteklemektedir. Müfredat, üç dönem içine dağıtılmış ardışık üç adet 8 haftalık bloktan oluşmaktadır: tam kaplama preparasyonlarının temelleri, parsiyel kaplama preparasyonlarında hassasiyet ve ileri düzey parsiyel kaplama ile bütüncül görev entegrasyonu. Her hafta sanal gerçeklik provası, eşleştirilmiş fiziksel uygulama, yapılandırılmış çözümleme, performans ölçümü ve kanıt paketi oluşturulmasını içermektedir. Program ayrıca preparasyon kalitesini CAD/CAM zirkonya kuron tasarımı, üretimi ve uyum değerlendirmesi ile ilişkilendiren dijital restoratif iş akışı capstone bileşenini de kapsamaktadır. Bu Faz 1 modeli yalnızca psikomotor beceri gelişimini değil, belgelendirme, kalite güvencesi, nesnel değerlendirme, laboratuvar iletişimi ve sürekli iyileştirme süreçlerini de desteklemektedir. Sonuç olarak CDHVR, haptik sanal gerçekliği tek başına bir teknoloji olarak değil, ölçülebilir öğrenme çıktıları, kanıta dayalı ilerleme kararları ve program düzeyinde kalite geliştirme ile bütünleştirilmiş bir eğitim yönetişimi modeli olarak ele almaktadır.

Anahtar Kelimeler: haptik sanal gerçeklik, sabit protetik diş tedavisi, diş hekimliği eğitimi, preklinik eğitim, müfredat geliştirme

CDHVR Curriculum Framework, Phase 1: A Competency-Based Model for Fixed Prosthodontics

Abstract

This paper presents a competency-based curriculum and implementation framework developed within the *Curriculum Development in Clinical Dentistry Treatment with Haptic-Based Virtual Reality Application (CDHVR)* project, with Phase 1 specifically focused on fixed prosthodontics. The aim is to strengthen safe preclinical readiness by integrating haptic virtual reality, phantom or manikin-based practice, digital assessment, and structured faculty feedback into a single educational model. The proposed framework enables students to develop procedural skills in a controlled, repeatable, and safe environment before progressing to irreversible tooth-preparation procedures. It also supports objective performance review, self-correction, and criterion-referenced progression decisions. The curriculum is organised into three sequential 8-week blocks distributed across three semesters: complete-coverage foundations, partial-coverage precision, and advanced partial-coverage with whole-task integration. Each instructional week includes virtual rehearsal, matched physical execution, structured debriefing, objective measurement, and generation of an evidence bundle. In addition, the programme includes a digital restorative workflow capstone that links preparation quality to CAD/CAM zirconia crown design, fabrication, and fit evaluation. This Phase 1 model supports psychomotor development, documentation, quality assurance, objective assessment, laboratory communication, and continuous improvement at programme level. It also establishes a structured first implementation track within the broader CDHVR architecture, while leaving restorative dentistry and endodontics as future expansion areas. In this respect, the model offers a scalable and quality-oriented framework for integrating simulation-enhanced digital dentistry into higher education.

Keywords: haptic virtual reality, fixed prosthodontics, dental education, preclinical training, curriculum development

1. Introduction

Dental education requires the simultaneous development of theoretical knowledge, fine motor skills, three-dimensional perception, ergonomic control, tactile sensitivity, and clinical decision-making. For this reason, preclinical training is not merely an environment for technical exercises, but also the foundational stage in which safe clinical readiness is constructed. The *Curriculum Development in Clinical Dentistry Treatment with Haptic-Based Virtual Reality Application (CDHVR)* project was developed in response to this need and aims to establish a curriculum-level educational model supported by virtual reality and haptic feedback.

In the present document, however, the scope is intentionally limited to Phase 1, Fixed Prosthodontics. This restriction is deliberate and educationally justified. Among possible dentistry domains, fixed prosthodontics offers one of the clearest relationships between preparation quality, measurable geometric performance, digital assessment, restorative workflow integration, and final fit outcomes. It is therefore an appropriate starting point for the first structured and implementation-ready curriculum track within the wider CDHVR architecture (1).

The educational logic of CDHVR is based on the idea that digital technologies should not be viewed only as technical tools, but as part of a learning-governance model that produces measurable learning outcomes, objective performance data, structured feedback, and quality-improvement mechanisms. This perspective is consistent with the ADEE domain of “Safe and Effective Clinical Practice,” which highlights safe care, evidence-based practice, risk management, quality control, and effective communication with laboratories as core elements of dental education (1).

In recent years, haptic virtual reality systems have gained increased attention in dental education because they provide repeatable, standardised, and low-risk practice environments. Studies examining the integration of haptic virtual reality into dental curricula have shown that these technologies may enhance learner motivation, technical repetition, and skill development, while also emphasising that the best results are obtained when such systems are used as structured adjuncts to conventional phantom training

and faculty-guided teaching rather than as replacements for them (3,4). For this reason, the CDHVR Phase 1 model defines haptic virtual reality as a preparatory and strengthening layer integrated into physical simulation practice.

This full-text paper presents the proposed curriculum and implementation framework for CDHVR Phase 1, Fixed Prosthodontics in the specific context of preclinical education. The aim is to propose a feasible, scalable, and quality-oriented model that combines haptic virtual reality, phantom or manikin-based practice, digital assessment, structured debriefing, and continuous quality improvement. The paper discusses the educational rationale, intended learning outcomes, block-based curriculum architecture, assessment strategy, digital restorative workflow capstone, and quality-assurance logic of the Phase 1 model (1-4).

2. Educational Rationale and Conceptual Framework

2.1. Digital dentistry as a learning-governance model

Within CDHVR, digital dentistry is not understood simply as the use of digital tools. Instead, it is interpreted as a model for governing learning. In this model, learning outcomes are defined in advance, performance data are captured systematically, progression decisions are made according to explicit criteria, and programme quality is improved through continuous feedback cycles. In fixed prosthodontics, where students begin to engage with irreversible tooth-preparation procedures, the relationship between safe practice and objective assessment becomes especially important (1,2).

2.2. Alignment with European competence expectations

The ADEE framework demonstrates that concepts such as risk management, quality control, clinical governance, and communication with dental laboratories should also be embedded at the educational level. This is especially relevant in fixed prosthodontics, where students must not only prepare teeth accurately but also understand the restorative consequences of preparation errors and the importance of technical quality control (1).

2.3. Why haptic virtual reality in Phase 1

Haptic virtual reality is particularly relevant in dentistry because dental procedures depend on fine motor control, psychomotor coordination, visual-spatial judgement, ergonomics, and tactile awareness. Recent literature indicates that haptics-enhanced virtual reality has significant educational potential within dental curricula, while also noting that integration challenges, validation requirements, and careful pedagogical framing remain important. This supports the view that VR and haptics should be treated as structured adjuncts within the curriculum rather than as replacements for all conventional simulation (2,4).

2.4. Why digital assessment is central

Digital assessment is especially valuable in prosthodontic preparation training because purely visual faculty judgement may vary across assessors and may not always provide immediate, objective, or repeatable feedback. The prepCheck study demonstrated that digitally assisted evaluation can improve assessor agreement and provide useful additional feedback to students. IOS-based software analysis has likewise been shown to support monitoring of motor-skill improvement and repeated self-correction in tooth preparation training. For this reason, CDHVR Phase 1 proposes an assessment system based on dual-source evidence, combining objective digital metrics with faculty rubric scoring (5,6).

2.5. Why the On-the-Fly approach is suitable

The On-the-Fly approach argues that educational innovations should not be delayed until a complete evidence base is already available. Instead, implementation can begin while structured data are collected and iterative revision takes place during the process. This model is especially functional in technologically complex educational innovations, because infrastructure, faculty habits, and local workflows often mature over time rather than being fully established at the outset. It also supports the logic of introducing fixed prosthodontics as Phase 1, then expanding to additional tracks only after evidence, capacity, and curricular stability have been achieved (2).

3. Programme Aim and Intended Learning Outcomes

3.1. Overall aim

The overall aim of CDHVR Phase 1 is to support students' safe progression toward irreversible fixed prosthodontic procedures during preclinical education. To achieve this, the curriculum combines haptic virtual reality rehearsal, matched phantom or manikin practice, objective digital assessment, structured faculty debriefing, and criterion-referenced progression. Such a structure aims to develop not only manual skill, but also self-assessment, error awareness, documentation habits, and understanding of quality control (1).

3.2. Intended learning outcomes

By the end of the programme, students are expected to be able to establish a safe and ergonomic preclinical working environment, perform complete-coverage and selected partial-coverage preparations within defined tolerance ranges, interpret objective digital performance data and use them to correct their own errors, demonstrate acceptable convergence, reduction, finish-line continuity, and undercut control, communicate restorative requirements appropriately for laboratory purposes, understand the relationship between preparation quality and restoration fit, generate portfolio-like evidence bundles, and contribute to continuous quality-improvement processes at programme level (1,5,6).

3.3. Scope of Phase 1

More specifically, the intended learning outcomes of Phase 1 can be grouped under five dimensions. The first is technical execution, including bur control, reduction planning, finish-line development, and path-of-insertion management. The second is performance interpretation, meaning the ability to read and respond to digital feedback and faculty comments. The third is quality awareness, in which learners recognise how preparation geometry affects restorative design and fit. The fourth is documentation and reflection, through structured evidence bundles and learner reflection statements. The fifth is criterion-referenced progression, whereby learners advance only when defined educational thresholds are met.

Because this is explicitly a Phase 1 document, the outcomes remain focused on fixed prosthodontics rather than attempting to cover restorative dentistry or endodontics. This restriction improves clarity, implementation feasibility, and alignment between learning tasks and measurable outputs.

4. Curriculum Architecture

4.1. Overall curriculum structure

The proposed curriculum is organised into three sequential 8-week blocks distributed across three semesters. The first block focuses on the foundations of complete-coverage tooth preparation. The second block is built around precision in partial-coverage preparations and conservative design logic. The third block focuses on advanced partial-coverage tasks, posterior complexity, restricted access, retention and resistance, and whole-task integration. This structure is intended to support progressively higher levels of difficulty while maintaining continuity in the learning model (2).

4.2. Block 1: Complete-Coverage Foundations

The first block is designed to provide learners with safe entry into irreversible preparation logic. The educational emphasis is placed on position, access, hand control, reduction discipline, and the relationship between preparation form and prosthodontic outcome.

4.3. Block 2: Partial-Coverage Precision

The second block moves toward conservation of tooth structure, proximal control, insertion path management, and more demanding margin design.

4.4. Block 3: Advanced Partial-Coverage and Whole-Task Integration

The third block introduces higher complexity, posterior challenges, tighter tolerance expectations, iterative correction, and integration of preparation performance with restorative workflow interpretation.

4.5. Weekly implementation rule

Each instructional week follows the same fixed implementation rule: pre-work, a short prebrief, 30 to 60 minutes of virtual-reality rehearsal, matched physical execution in a phantom or manikin setting, structured debriefing, and data upload. In this way, the virtual-reality system is not a passive display environment, but rather a preparatory learning space that enables learners to identify and correct errors before or alongside physical practice. At the end of each week, an “evidence bundle” is generated. This includes objective metrics, rubric scores, visual records where appropriate, learner reflection, and a corrective target for the next session. Such a structure supports both individual progression and programme-level quality monitoring (2,5,6).

4.6. Progression Checkpoints

The logic of progression is expressed through the term Progression Checkpoint rather than “gate.” This terminology is clearer from an educational point of view.

4.6.1. PC1

Readiness for complete-coverage preparation principles.

4.6.2. PC2

Readiness for precision tasks in partial-coverage preparations.

4.6.3. PC3

Readiness for advanced posterior tasks and capstone completion.

These checkpoints should not be determined solely by device data. Instead, they should be based on a combined interpretation of objective metrics, rubric scores, learner reflection, and portfolio completeness. This makes progression decisions more defensible and more educationally meaningful (5,6).

4.7. Curriculum overview table

Table 1. Overview of the CDHVR Phase 1 Fixed Prosthodontics Curriculum Framework

Block	Main Focus	Core Learning Emphasis	Typical Activities	Learning Main Output
Block 1	Complete-coverage foundations	Indirect vision, ergonomics, finger rest, bur path control, reduction uniformity, finish-line basics	Haptic VR rehearsal, matched phantom or manikin practice, structured debriefing, digital and faculty feedback	Weekly evidence bundles and readiness for PC1
Block 2	Partial-coverage precision	Conservative preparation logic, proximal control, insertion path, margin selection, cusp coverage accuracy	Repeated VR-supported rehearsal, matched physical execution, corrective repetition, reflective review	Weekly evidence bundles and readiness for PC2
Block 3	Advanced partial-coverage and whole-task integration	Posterior complexity, retention and resistance refinement, tighter tolerances, iterative correction, restorative linkage	Advanced simulation sessions, integrated whole-task practice, capstone-related interpretation, portfolio consolidation	Weekly evidence bundles, capstone-related performance, and readiness for PC3

5. Assessment Strategy and Quality Assurance

5.1. Multi-source assessment model

Assessment in CDHVR Phase 1 is based on four complementary sources of evidence: objective performance metrics, faculty rubric scores, learner reflection, and portfolio-based evidence bundles. This structure preserves the objectivity of digital assessment while also maintaining the value of expert faculty interpretation (5,6).

5.2. Objective digital metrics

The educational strength of digital assessment lies not only in more objective scoring, but also in helping students understand what they did incorrectly and why. For this reason, assessment should not be designed merely as a grading procedure, but as a mechanism that makes corrective learning visible and actionable (5,6).

5.3. Faculty rubric scoring

The use of dual-source assessment is especially important in fixed prosthodontics. A digitally assessed crown preparation may show geometric deficiencies, but the faculty member remains essential for interpreting whether the error reflects a misunderstanding of principles, inadequate ergonomic control, insufficient bur discipline, or inconsistent visualisation.

5.4. Learner reflection and evidence bundle

The role of reflection is to connect technical error with self-awareness and correction. The weekly evidence bundle is therefore not only a record of performance, but also a structured learning document.

5.5. Quality assurance logic

From the perspective of quality assurance, each session must satisfy defined simulation-quality criteria in order to be regarded as valid. The INACSL standards and endorsement framework identify four cornerstone domains in high-quality simulation practice: Prebriefing, Facilitation, Professional Integrity, and Debriefing. Therefore, in CDHVR each session should include clearly stated expectations, measurable success criteria, active facilitation, psychological safety, and structured debriefing as minimum requirements (9,10).

5.6. Programme-level monitoring

At programme level, Phase 1 should also be monitored through learning KPIs, operational KPIs, quality KPIs, and restorative-workflow KPIs. Examples include pass rates at Progression Checkpoints, attempts to reach threshold, reduction in critical errors, station utilisation, completeness of evidence bundles, and correlation between preparation quality and crown-fit results.

5.7. Assessment and evidence table

Table 2. Assessment and Evidence Structure in CDHVR Phase 1

Assessment Component	Description	Educational Function	Evidence Type	Role in Progression
Objective digital metrics	Performance data derived from VR analytics and, where available, scan-based evaluation	Makes technical performance measurable and comparable	Reduction values, convergence, finish-line continuity, undercut detection, preparation geometry	Supports criterion-referenced interpretation
Faculty rubric scoring	Structured expert evaluation using concise performance rubrics	Adds professional judgment and contextual interpretation	Rubric score sheets, assessor comments	Contributes to progression decisions
Learner reflection	Structured self-review using an error, cause, correction target format	Strengthens self-assessment and corrective learning	Reflective logbook entry	Supports readiness evaluation
Evidence bundle	Weekly package combining metrics, rubric outcomes, reflection, and records	Creates audit-ready documentation of learning progression	Metrics, rubric, images, reflection, remediation target	Required for checkpoint review
Progression Checkpoint review	Combined interpretation of all evidence sources	Determines whether threshold performance has been achieved	Portfolio-based checkpoint decision	Determines readiness for the next stage

6. Digital Restorative Workflow Capstone

6.1. Purpose of the capstone

One of the most distinctive elements of the CDHVR Phase 1 model is the digital restorative workflow capstone, which links preparation quality directly to restorative outcome.

6.2. Capstone workflow stages

This component includes digitisation of the prepared tooth from either the virtual or physical environment, CAD design of the restoration, CAM fabrication of a monolithic zirconia crown, and objective evaluation of marginal and internal fit (7,8).

6.3. Educational value of the capstone

The capstone has a strong educational value precisely because fixed prosthodontics is well suited to this kind of end-to-end chain. The learner moves from preparation geometry to restoration design, then to fabrication, and finally to fit evaluation. This makes fixed prosthodontics particularly appropriate as a Phase 1 domain, because the final restorative consequences of preparation quality are visible and measurable in a way that is especially useful for early implementation.

6.4. Fit evaluation methods

Systematic-review evidence on zirconia crowns and fixed dental prostheses supports the view that fit outcomes are meaningful quality indicators. Svanborg's review showed that the fit and accuracy of zirconia restorations are important evaluative dimensions. Cunali and colleagues demonstrated that both silicone replica and micro-CT methods can be used to evaluate marginal and internal adaptation, although the method itself can influence the numerical values obtained (7,8).

6.5. Progressive placement within Phase 1

Within Phase 1, the capstone can be implemented progressively. In the earlier block, it may appear as a shared demonstration and literacy exercise. In the later block, it can function as a group-based or individual advanced assessment activity.

6.6. Capstone workflow table

Table 3. Digital Restorative Workflow Capstone in CDHVR Phase 1

Capstone Stage	Description	Educational Purpose	Expected Output
Preparation performance	Tooth preparation completed in VR and or phantom or manikin setting	Links procedural training to measurable preparation quality	Preparation data and performance record
Digitisation	Export of virtual preparation data or scanning of the physical preparation	Converts preparation geometry into analysable digital form	STL or comparable digital preparation record
CAD design	Margin definition, insertion-path review, cement-space setting, crown design	Connects preparation form with restorative planning logic	CAD design file and design parameters
CAM fabrication	Manufacturing of a monolithic zirconia crown	Introduces the learner to restoration production workflow	Fabricated zirconia crown
Fit evaluation	Assessment of marginal and internal adaptation using silicone replica and or micro-CT	Makes restorative quality visible and measurable	Fit measurements and interpretation
Feedback and improvement	Linking fit findings back to preparation features and generating a short report	Strengthens causal understanding between preparation quality and restoration outcome	Capstone report and improvement targets

7. Continuous Improvement and Future Expansion

7.1. Four-week mini-cycles

The programme can be implemented through recurring four-week mini-cycles. In each cycle, a skill domain is selected, thresholds and rubrics are calibrated, sessions are delivered, short learner feedback and metrics are collected, a mini-report is prepared, and content and thresholds are revised for the next cycle (2,4).

7.2. Local evidence generation

This structure reflects the core logic of the On-the-Fly approach and enables the generation of local evidence during the implementation process. Especially in multi-partner Erasmus+ projects, this allows each institution to refine the curriculum gradually according to its own implementation conditions.

7.3. Future expansion beyond Phase 1

This continuous-improvement model is especially important because the current document is explicitly a Phase 1 framework. By defining clear metrics, structured evidence bundles, and periodic review mechanisms, the programme creates the evidence base needed for later curricular expansion. In other words, Phase 1 is not a limitation of the project, it is the deliberate first stage in a broader architecture. Fixed prosthodontics serves as the first validated and implementation-ready track. Once local evidence, operational stability, and faculty confidence are established, restorative dentistry and endodontics may be developed as later phases.

8. Conclusion

The CDHVR Phase 1 curriculum model treats haptic virtual reality not as an isolated technological innovation, but as an integrated educational framework combining measurable learning outcomes, multi-source assessment, quality assurance, and continuous programme-level improvement. In fixed prosthodontic preclinical education, this approach may strengthen safe clinical readiness, make preparation quality more objectively visible, and provide a richer learning experience connected to restorative outcomes. Through its structured debriefing process, portfolio logic, Progression Checkpoint system, and digital restorative capstone, Phase 1, Fixed Prosthodontics provides a strong first implementation track within the broader CDHVR structure.

Accordingly, the value of the model lies not only in what it currently includes, but also in how it prepares the ground for future expansion. By beginning with a domain that is educationally measurable, operationally feasible, and closely tied to tangible restorative outcomes, CDHVR establishes a strong foundation for subsequent curriculum phases. In this respect, CDHVR Curriculum Framework, Phase 1: Fixed Prosthodontics offers a scalable, quality-oriented, and evidence-informed model for integrating simulation-enhanced digital dentistry into higher education.

9. References

1. Field JC, DeLap E, Manzanares Cespedes MC. The Graduating European Dentist, Domain II: Safe and Effective Clinical Practice. *Eur J Dent Educ.* 2017;21 Suppl 1:14-17. doi:10.1111/eje.12309.
2. de Boer IR, Bakker DR, Serrano CM, Koopman P, Wesselink PR, Vervoorn JM. Innovation in dental education: The “On-the-Fly” approach to simultaneous development, implementation and evidence collection. *Eur J Dent Educ.* 2018;22(4):215-222. doi:10.1111/eje.12331.
3. Felszeghy S, Mutluay M, Liukkonen M, Flacco N, Bakr MM, Rampf S, et al. Benefits and challenges of the integration of haptics-enhanced virtual reality training within dental curricula. *J Dent Educ.* 2025;89(7):1070-1083. doi:10.1002/jdd.13800.
4. Serrano CM, Bakker DR, Zamani M, de Boer IR, Koopman P, Wesselink PR, et al. Virtual reality and haptics in dental education: Implementation progress and lessons learned after a decade. *Eur J Dent Educ.* 2023;27(4):833-840. doi:10.1111/eje.12873.
5. Schepke U, van Wulfften Palthe ME, Meisberger EW, Kerdijk W, Cune MS, Blok B. Digital assessment of a retentive full crown preparation: An evaluation of prepCheck in an undergraduate pre-clinical teaching environment. *Eur J Dent Educ.* 2020;24(3):407-424. doi:10.1111/eje.12516.
6. Matthisson L, Zitzmann NU, Zaugg LK, Joda T. Potential of intraoral optical scanning to evaluate motor skills’ improvement for tooth preparation: A prospective cohort study. *Eur J Dent Educ.* 2022;26(4):669-675. doi:10.1111/eje.12745.
7. Svanborg P. A systematic review on the accuracy of zirconia crowns and fixed dental prostheses. *Biomater Investig Dent.* 2020;7(1):9-15. doi:10.1080/26415275.2019.1708202.
8. Cunali RS, Saab RC, Correr GM, da Cunha LF, Ornaghi BP, Ritter AV, et al. Marginal and internal adaptation of zirconia crowns: A comparative study of assessment methods. *Braz Dent J.* 2017;28(4):467-473. doi:10.1590/0103-6440201601531.

Presentation ID / Sunum No= 204

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0009-0003-9321-4058

İmplant Destekli Protezlerde Dijital ve Konvansiyonel Ölçü Tekniklerinin Karşılaştırılması: Bir Anlatısal Derleme

134

Ph.d. Cand. Muhammed Şükrü Zorer¹, Asst. Prof. Dr. Selda Gökçe Erdal², Prof.Dr. Ayşegül Köroğlu²

¹Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü

²Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi

Özet

Amaç Bu çalışmanın amacı, implant destekli protezlerde kullanılan konvansiyonel ölçü teknikleri, intraoral tarayıcılar ve fotogrametri yöntemlerinin doğruluk ve klinik uygulanabilirlik açısından karşılaştırılmasıdır. Çalışmada farklı ölçü yöntemlerinin özellikle tam ark ve çoklu implant vakalarında doğruluk, tekrarlanabilirlik ve klinik iş akışı üzerindeki etkilerinin değerlendirilmesi de hedeflenmektedir. Gereç ve Yöntem Bu çalışma implant destekli protezlerde ölçü doğruluğunu değerlendiren çalışmaların incelendiği bir literatür derlemesidir. Literatür taraması PubMed ve Google Scholar veri tabanlarında gerçekleştirilmiştir. 2015–2025 yılları arasında yayımlanan çalışmalar, “full-arch implant impression”, “conventional implant impression”, “digital impression”, “intraoral scanner”, “photogrammetry” ve “implant impression accuracy” anahtar kelimeleri kullanılarak literatür taraması yoluyla incelenmiştir. İncelenen çalışmaların büyük bölümünü in vitro araştırmalar oluşturmakta olup özellikle tam ark implant destekli protezlere odaklanan çalışmalar değerlendirmeye alınmıştır. Tarama sonucunda toplam 48 çalışma incelenmiş ve implant destekli protezlerde ölçü doğruluğunu değerlendiren 14 çalışma derlemeye dahil edilmiştir. Bulgular Değerlendirilen çalışmalarda genel olarak 4 ile 6 implant üzeri alınan ölçülerin doğruluğunun kıyaslandığı gözlenmiştir. Literatürde yer alan çalışmalar incelendiğinde konvansiyonel ölçü tekniklerinin uzun yıllardır klinik olarak güvenilir sonuçlar verdiği görülmüştür. Özellikle splintli açık kaşık tekniği çoklu implant vakalarında yüksek doğruluk sağlayabilmektedir. Bununla birlikte intraoral tarayıcıların tek implant ve kısa açıklıklı restorasyonlarda klinik olarak kabul edilebilir doğruluk sunduğu bildirilmiştir. Tam ark ve çoklu implant vakalarında ise fotogrametri sistemlerinin çoğu çalışmada en yüksek doğruluk ve tekrarlanabilirlik değerlerini gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca dijital yöntemlerin ölçü süresini kısaltabildiği ve hasta konforunu artırabildiği rapor edilmiştir. Sonuç Konvansiyonel ölçü teknikleri implant destekli protezlerde güvenilirliğini korumakla birlikte, dijital teknolojiler ölçü işlemini daha hızlı ve konforlu hale getirebilmektedir. İntraoral tarayıcılar özellikle kısa restorasyonlarda başarılı sonuçlar verirken, tam ark ve çoklu implant vakalarında fotogrametri sistemleri daha yüksek doğruluk potansiyeli göstermektedir. İmplant destekli protezlerde ölçü yöntemi seçimi vaka özelliklerine, implant sayısına ve klinik koşullara göre yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Dental İmplant, Konvansiyonel Ölçü, Dijital Ölçü, Doğruluk

Giriş

Protetik diş tedavisinin temel amacı, kaybedilen diş ve çevre dokuların yerine uygun restorasyonlar yaparak hastanın çiğneme fonksiyonunu, fonasyonunu, estetiğini ve oklüzal dengesini yeniden sağlamak ve oral sağlığını korumaktır. Bu hedefe ulaşabilmek için protetik restorasyonların doğru planlanması ve üretilmesi gerekmektedir olup, bunun ilk ve en kritik basamağını doğru ölçü alınması oluşturmaktadır. Ölçü ile dişler, implantlar ve çevre dokuların üç boyutlu yapısı doğru bir şekilde kaydedilmeli ve hatasız bir çalışma modeli oluşturulmalıdır. Ölçünün doğruluğu ile restorasyonun marjinal ve internal uyumu arasında doğrudan ilişki bulunduğu, uyumsuzlukların ise periodontal problemlere, sekonder çürük oluşumuna, restorasyon kırıklarına ve biyomekanik komplikasyonlara yol açabileceği bildirilmiştir (1, 2).

İmplant destekli protezlerde **doğruluk (accuracy)**, elde edilen ölçünün implantların gerçek ağız içi konumlarını ne kadar doğru şekilde yansıttığını ifade eder ve iki temel bileşenden oluşur: **trueness (doğruluk)** ve **precision (kesinlik)**. Trueness, elde edilen ölçünün implantların gerçek konumuna ne kadar yakın olduğunu ifade ederken; precision, aynı koşullar altında tekrar edilen ölçümlerin birbirine ne kadar benzer olduğunu gösterir. Bu nedenle bir ölçü yönteminin yüksek doğruluk göstermesi için hem gerçek konuma yakın sonuçlar üretmesi hem de tekrarlanan ölçümlerde benzer sonuçlar vermesi gerekir. İmplant destekli tam ark restorasyonlarda ölçü doğruluğu, pasif uyumun sağlanması ve mekanik veya biyolojik komplikasyonların önlenmesi açısından kritik öneme sahiptir (3).

İmplant destekli protezlerin uzun dönem başarısında en önemli faktörlerden biri pasif uyumun sağlanmasıdır. Pasif uyum, implant destekli protezin implantlara herhangi bir gerilim, kuvvet veya stres oluşturmada tam olarak oturabilmesi durumunu ifade eder. İdeal bir pasif uyumda protez altyapısı ile implantlar arasında mekanik zorlanma olmaksızın tam bir adaptasyon sağlanır. Bu durum, implant–protez sisteminde oluşabilecek biyolojik ve mekanik komplikasyonların önlenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Pasif uyumun sağlanabilmesi ise büyük ölçüde ölçü doğruluğuna bağlıdır. Ölçü doğruluğu, implantların ağız içindeki gerçek üç boyutlu konumlarının, açıların ve implantlar arasındaki mesafelerin ölçü alma işlemi sırasında hatasız şekilde kayıt altına alınabilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle implant destekli restorasyonların üretim sürecinde kullanılan ölçü tekniklerinin doğruluğu, elde edilecek protezin uyumu ve klinik başarısı üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır (4).

İmplant destekli protezlerde ölçünün doğruluğu diş destekli protezlere göre daha önemlidir. Dental implantların periodontal ligament içermemesi ve fizyolojik mobilite göstermemesi nedeniyle ölçü sırasında oluşabilecek hataların telafisi daha güçtür; bu nedenle implant üstü restorasyonlarda pasif uyumun sağlanması büyük önem taşımaktadır. Pasif uyumun sağlanabilmesi için implantların üç boyutlu konumunun doğru şekilde aktarılması gerekir. Doğru ölçü alınıp pasif uyum sağlanamazsa protez ve abutment vidalarının gevşemesi veya kırılması, oklüzal düzensizlikler, implant ve protetik bileşenlerde aşırı stres oluşumu, peri-implant kemikte yük dağılımının bozulmasına bağlı kemik rezorpsiyonu, restorasyonun klinik uyumunun ve estetiğinin bozulması gibi biyomekanik ve biyolojik komplikasyonlara neden olabilmekte ve sonuç olarak implant ile protetik restorasyonun uzun dönem başarısını olumsuz etkileyebilmektedir. Bu nedenle implant destekli protezlerde klinik başarı açısından ölçü doğruluğunu etkileyen faktörler büyük önem taşır (4, 5).

İmplant ölçüsünde doğruluğu; ölçü tekniği, ölçü materyalinin boyutsal stabilitesi, implant sayısı ve açısı, ölçü kopinglerinin splintlenmesi, ölçü kaşığının tasarımı ve kullanılan model materyallerinin özellikleri gibi faktörler etkiler. Ayrıca hekimin tecrübesi, ortam koşulları ve ölçünün saklanma süreci gibi faktörler de elde edilen ölçünün doğruluğunu etkileyebilmektedir. Bu gibi sebepler ölçü işlemlerinde standardizasyonu sağlamanın zor olduğunu ve hata riskinin yüksek olabileceğini göstermektedir (1, 5).

Geleneksel ölçü teknikleri uzun süredir ve hala protetik diş tedavisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Geleneksel ölçü materyali olarak günümüzde elastomerik ölçü materyalleri tercih edilmektedir. Bunun nedeni yüksek boyutsal stabilite ve ayrıntı kaydetme kapasitesidir. Ancak konvansiyonel ölçü materyallerinin polimerizasyon büzülmesi, deformasyon, ölçünün kaşıktan ayrılması, kan ve tükürük kontaminasyonu, depolama koşulları ve model döküm aşamasında oluşabilecek değişiklikler gibi çok sayıda hataya neden olacak ve zorluk çıkaracak dezavantajları da

bulunur. Ayrıca ölçü alma, model elde etme ve restorasyonun hazırlanması süreçlerinde genellikle birden fazla personelin (hekim, yardımcı personel ve laboratuvar teknisyeni) görev alması, süreç boyunca hata oluşma olasılığını artırabilmektedir. Hata riski, zorlukları ve hastalar için konforlu olmaması gibi sebeplerden dolayı daha güvenilir ve tekrarlanabilir ölçü yöntemlerinin geliştirilmesine yönelik çalışmalar yapılmıştır (1, 4).

Diş hekimliğinde dijital teknolojilerde yaşanan gelişmeler, özellikle CAD/CAM sistemlerinin klinik uygulamalara entegrasyonu ile birlikte ölçü alma süreçlerinde önemli bir dönüşüm yaratmıştır. Dijital ölçü sistemleri, intraoral ağız içi tarayıcılarla ve daha gelişmiş olan fotogrametri aracılığıyla ağız içi yapıların üç boyutlu olarak kaydedilmesini sağlayarak konvansiyonel yöntemlerde görülen birçok hata kaynağını ortadan kaldırmayı hedeflemektedir (6). Fotogrametri teknolojisi, dental implant ölçülerinin elde edilmesinde geleneksel ölçü teknikleri ve intraoral tarayıcılara alternatif bir yöntem olarak geliştirilmiş olup, yüksek doğruluk düzeyi, klinik verimliliğin artırılması ve maliyet etkinliği açısından önemli avantajlar sunma potansiyeline sahiptir (7).

Günümüzde kullanılan dijital ölçü sistemleri sayesinde ölçü işlemi daha kısa sürede gerçekleştirilebilmekte, elde edilen veriler kolaylıkla saklanabilmekte ve laboratuvara elektronik ortamda hızlı bir şekilde iletilebilmektedir. Bunun yanı sıra dijital ölçüler hasta konforunu artırmakta ve klinik iş akışının daha verimli hale gelmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca fiziksel ölçü materyallerine olan gereksinimin ortadan kalkması deformasyon riskini azaltmakta ve biyolojik kontaminasyon olasılığını düşürmektedir (4, 8).

CAD/CAM sistemleri günümüzde sabit ve hareketli protezlerin üretiminin yanı sıra kişiselleştirilmiş implant abutmentleri, cerrahi rehberler ve protetik komponentlerin tasarımında geniş kullanım alanına sahiptir. Bu gelişmeler, klinisyenlerin farklı klinik durumlarda hangi ölçü yönteminin daha uygun olduğu konusunda karar verme gereksinimini de beraberinde getirmiştir (2, 4).

Günümüzde konvansiyonel ölçü tekniklerinin olası dezavantajlarına karşılık geliştirilen intraoral tarayıcılar, ağız içi yapıların üç boyutlu verisini doğrudan elde ederek hasta konforu ve dijital iş akışı açısından avantajlar sağlamaktadır ancak yüksek maliyet, teknik eğitim gereksinimi ve bazı bölgelerde görüntüleme güçlükleri gibi dezavantajları da beraberinde getirmektedir (9, 10).

Konvansiyonel ölçü teknikleri, implant destekli protezlerde implantların üç boyutlu konumunun çalışma modeline aktarılmasında uzun yıllardır kullanılan temel yöntemlerdir. İmplant destekli protezlerde pasif uyumun sağlanabilmesi çok önemlidir. Mekanik komplikasyonların önlenmesi ve protezin uzun dönem başarısında ölçü doğruluğu kritik öneme sahiptir. Bu nedenle doğru implant pozisyon transferi, tedavi başarısının temel belirleyicilerinden biri olarak kabul edilmektedir (11-13).

Konvansiyonel ölçülerde yaygın olarak ideal kabul edilen polieter ve polivinil siloksan gibi elastomerik ölçü materyalleri kullanılmaktadır (14). Bu materyallerin yüksek boyutsal stabilite ve ayrıntıları kaydetme gibi avantajları vardır. Ancak ölçü materyalinde meydana gelen polimerizasyon büzülmesi, deformasyon, ölçünün kaşıktan ayrılması, klinik ve laboratuvar aşamaların fazla olması, sürecin zaman alıcı olması ve teknik hassasiyet gerektirmesi, yöntemin dezavantajlarındandır (12, 13).

Konvansiyonel implant ölçülerinde açık kaşık (direkt) ve kapalı kaşık (indirekt) teknikleri kullanılır (14). Açık kaşık ölçü tekniğinde ölçü genellikle kapalı ölçü sonrası oluşturulmuş şahsi kaşık ve splintlenmiş açık ölçü postlarıyla alınır. Ölçü aldıktan sonra kaşık üzerinden açık ölçü postlarının vidaları gevşetilir ve ölçü postlarıyla ölçü birlikte ağızdan çıkarılır (14). Açık kaşık tekniğinde ölçü kopingleri kaşık içinde kalıp ağızdan tekrar çıkarmamıza gerek kalmadığı için yeniden konumlandırmaya bağlı oluşan hatalar azalır. Bu yöntemle, özellikle çok sayıda implant ve tam ark vakalarında, daha yüksek doğruluk sağlanabilmektedir (11, 12). Kapalı kaşık tekniğinde ölçü kopingleri ağza yerleştirilir, prefabrik kaşıklarla ölçü alındıktan sonra ölçü kopingleri ağızdan çıkarılır ve ölçü içine aktarılır (14). Kapalı kaşık ölçü tekniği klinik olarak daha pratiktir ama kopinglerin yeniden yerleştirilmesi sırasında hata oluşma ihtimali artar (11, 12). Konvansiyonel ölçüde 3 veya daha az implant varsa açık veya kapalı ölçü için anlamlı bir fark yoktur ancak implant sayısı ve açılma arttıkça splintlenmiş açık ölçü daha iyi doğruluk verir (14).

Sonuç olarak konvansiyonel ölçü teknikleri implant destekli protez tedavilerinde yaygın kullanım alanına sahip olup, klinik olarak başarılı sonuçlar sunabilmektedir. Ancak materyal kaynaklı

hatalar, zaman gereksinimi ve teknik bağımlılık gibi sınırlılıklar, dijital ölçü teknolojilerinin geliştirilmesine zemin hazırlayan başlıca faktörler arasında yer almaktadır (11, 13).

Konvansiyonel ölçü yöntemlerinde hastadan alınan ölçüden elde edilen alçı çalışma modelleri, laboratuvar ortamında **ekstraoral (ağız dışı) tarayıcılar** kullanılarak dijital ortama aktarılabilir. Bu yöntemle model yüzeyi taranarak üç boyutlu dijital veri oluşturulur ve elde edilen veriler CAD yazılımına aktarılır. Böylece restorasyon tasarımı ve üretimi CAD-CAM sistemleri kullanılarak gerçekleştirilebilir (15).

Dijital teknolojinin diş hekimliği uygulamalarına dahil edilmesiyle, bilgisayar destekli tasarım ve üretim (CAD/CAM) sistemleri, protez ve restoratif tedavilerin planlanması ve uygulanmasında daha önemli hale gelmiştir. Bu bağlamda intraoral tarayıcılar (IOS), intraoral yapıların doğrudan üç boyutlu olarak kaydedilmesini sağlayan güncel ölçü teknolojileri olarak geliştirilmiştir ve geleneksel ölçü prosedürlerine alternatif bir yöntem olarak kullanımı yaygınlaşmaktadır. IOS sistemleri, dişleri ve çevresindeki yumuşak dokuları optik olarak tarayarak çalışır ve elde edilen veriler, bilgisayarda gerçek zamanlı olarak görülebilen dijital model formlarına dönüştürülür. Sonuç olarak, geleneksel ölçü malzemelerinin kullanımıyla ilgili hatalar ortadan kaldırılır ve klinik iş akışı hızlanır (9).

Dijital ölçü sistemlerinde elde edilen veriler elektronik olarak kaydedilebilir ve gerektiğinde kolayca erişilebilir, bu da önemli bir avantajdır. Geleneksel ölçüler, çok fazla fiziksel alan kaplayan, veri alışverişini karmaşıklaştıran ve diş laboratuvarına aktarım prosedürünü yavaşlatan alçı modellerin oluşturulmasını gerektirir; ancak bu dezavantajlar, dijital ölçülerle büyük ölçüde ortadan kaldırılmıştır. Ayrıca intraoral tarayıcıların, ölçü malzemelerinin neden olduğu öğürme refleksini ve ağrıyı en aza indirerek hasta konforunu artırdığı gösterilmiştir. Dijital ölçülerin bazı durumlarda klinik süreçleri basitleştirebileceği ve hasta uyumunu artırabileceği de öne sürülmüştür (16).

Intraoral tarayıcılar tarafından, özellikle kısa aralıklı sabit kısmi protezlerde ve tek diş restorasyonlarında yüksek doğruluk kanıtlanmıştır. Geleneksel ölçü teknikleri kullanılarak oluşturulan alçı modeller ile dijital modeller arasında doğrusal ölçümlerde fark edilebilir bir değişiklik olmamıştır. Bu sonuçlar, IOS teknolojisinin klinik olarak kabul edilebilir bir doğruluk seviyesine ulaştığını göstermektedir (9).

Tam ark restorasyonları ve çoklu implant tedavilerinde intraoral tarayıcıların doğruluğu konusunda literatürde çelişkili bulgular yer almaktadır. Özellikle dişsiz arklarda, anatomik referans noktalarının sınırlı olması, yumuşak dokuların hareketi ve geniş tarama alanı, kümülatif yanlışlıklara katkıda bulunabilir. Ayrıca tarama gövdelerinin bileşimi ve konfigürasyonu, tarama metodolojisi, tarayıcı teknolojisi, çevresel aydınlatma koşulları ve operatörün uzmanlığı gibi birçok faktör, implant ölçülerinde intraoral taramanın hassasiyetini etkileyebilir (17).

Tam ark implant tedavilerini değerlendiren karşılaştırmalı çalışmalara göre, intraoral tarayıcıların doğruluğu bazen geleneksel ölçü alma yöntemlerinden daha düşük olabilir. Özellikle implantlar açılı konumlandırıldığında ve aralarındaki mesafe daha büyük olduğunda, kümülatif hataların artabileceği öne sürülmüştür. Fotogrametri cihazlarının daha yüksek doğruluk sağladığı bildirilen bu durumlarda, intraoral tarayıcıların sınırlamaları daha belirgin hale gelmektedir (17).

Hasta konforunun artırılması, ölçü malzemelerinin ortadan kaldırılması, klinik sürelerin kısaltılması, basit veri depolama ve dijital iş akışına sorunsuz entegrasyon, intraoral tarayıcıların avantajlarıdır. Ancak cihazın yüksek maliyeti, öğrenme eğrisi gerekliliği, subgingival alanların görüntülenmesindeki zorluklar, kan ve tükürük kontaminasyonundan kaynaklanan görüntü kalitesinde bozulma olasılığı ve tamamen dişsiz vakalarda yeterli doğruluğu güvenilir bir şekilde elde edememe gibi dezavantajları da belgelenmiştir. Sonuç olarak, her klinik senaryo için doğru ölçü yöntemini seçmek çok önemlidir (16).

Sonuç olarak, intraoral tarayıcılar çağdaş diş hekimliğinde önemli bir dijital ölçü alma tekniği olarak kabul edilmektedir ve çeşitli klinik durumlarda doğru sonuçlar verebilmektedir. Ancak özellikle tam ark ve çoklu implant tedavilerinde, doğruluk bir dizi klinik ve teknik sorunlardan etkilenebilir; bu nedenle, alternatif dijital ölçü alma teknikleri üzerine araştırmalar devam etmektedir (17).

Dijital diş hekimliğinde gelişen teknolojiler doğrultusunda implant pozisyonlarının doğru şekilde kaydedilmesi amacıyla yeni ölçü yöntemleri geliştirilmektedir. Fotogrametri (Photogrammetry)

terimi köken olarak Yunanca “photos”, “gramma” ve “metron” kelimelerinin birleşiminden türemiştir. Bu kelimeler sırasıyla ışık, çizim veya kayıt ve ölçüm anlamlarına gelmektedir. Bu bağlamda fotogrametri, ışık ve görüntülerden yararlanarak ölçüm yapma yöntemi olarak tanımlanabilir. Nesnelerin geometrik özelliklerinin ve üç boyutlu konumlarının iki boyutlu görüntüler kullanılarak belirlenmesini sağlayan optik bir ölçüm tekniğidir. Bu yöntemde farklı açılardan elde edilen çok sayıda görüntü analiz edilerek nesnenin uzaysal koordinatları hesaplanmakta ve yüksek doğrulukta üç boyutlu modeller oluşturulabilmektedir (6, 16).

İmplant diş hekimliğinde, implantların ağız içi konumlarını anında dijital ortama dönüştürmek için dental fotogrametri cihazları kullanılır. Bu sistemlerde, implantlara özel optik işaretleyiciler uygulanır ve özel yazılımlar, implantların üç boyutlu konumlarını belirlemek için dijital kamera görüntülerini işler. Hata olasılığını azaltmak için, ölçü malzemeleri, transfer kopingleri ve model döküm işlemleri gibi ara aşamalar ortadan kaldırılır (3).

İmplant destekli tam ark restorasyonlarında uzun vadeli tedavi etkinliği için pasif uyumun çok önemli olduğu düşünülmektedir. Osseointegre implantlarda periodontal ligament bulunmadığından, ölçü alma işlemi sırasında yapılan küçük hatalar bile restorasyonun uyumunu etkileyebilir ve biyolojik veya mekanik sorunlara yol açabilir. Sonuç olarak, implantın konumunun hassas bir şekilde kaydedilmesi protezin başarısı için şarttır (14, 18).

Fotogrametri teknolojisi, doğruluğunu değerlendiren çalışmalara göre, implant pozisyonlarını yüksek hassasiyet ve tekrarlanabilirlik ile kaydedebilmektedir. Koordinat ölçüm cihazları kullanılarak yapılan karşılaştırmalara göre, fotogrametri yönteminin ölçüm hassasiyeti, geleneksel yaklaşımlara kıyasla benzer veya çoğu zaman daha yüksektir. Ek olarak, tam ark implant rehabilitasyonlarını değerlendiren araştırmalar, fotogrametri sistemlerinin doğruluk açısından diğer ölçü alma yöntemlerinden daha iyi performans gösterebileceğini ortaya koymuştur (17, 19).

Bununla birlikte, literatürde fotogrametriye ilişkin başka bulgular da bildirilmiştir. Bazı araştırmalara göre, fotogrametri sonuçlarının doğruluğu, implantın özelliklerine, kullanılan ekipmana ve kullanılan analitik tekniklere bağlı olarak değişebilir. Örneğin, doğruluğu etkileyebilecek değişkenler arasında implantın açılı yerleştirilmesi, implant sayısının artması veya implantlar arasındaki mesafenin uzaması gibi durumlar yer almaktadır. Ayrıca çeşitli fotogrametri sistemlerinin birbirinden farklı şekilde çalışabileceği de belirtilmiştir (20).

Fotogrametri teknolojisinin avantajları arasında ölçü materyali kullanımının ortadan kalkması, klinik sürenin kısalması, hasta konforunun artması ve implant pozisyonlarının doğrudan dijital ortama aktarılması yer almaktadır. Bununla birlikte cihaz maliyeti, teknik ekipman gereksinimi ve öğrenme eğrisi gibi sınırlılıklar da bildirilmektedir. Ayrıca sistemlerin çoğu yalnızca implant pozisyonlarını kaydedebilmekte olup yumuşak doku morfolojisinin elde edilmesi için ek tarama yöntemlerine ihtiyaç duyulabilmektedir (14).

Sonuç olarak fotogrametri, implant pozisyonlarının kaydedilmesinde yüksek doğruluk potansiyeline sahip yenilikçi bir dijital ölçü yöntemi olarak değerlendirilmektedir. Özellikle çoklu implant ve tam ark rehabilitasyonlarında konvansiyonel ve intraoral tarama yöntemlerine alternatif oluşturabilecek bir teknoloji olarak kabul edilmekte olup, etkinliğinin daha iyi anlaşılması için daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır (16).

Gereç ve Yöntem

Bu çalışma implant destekli protezlerde kullanılan konvansiyonel ölçü teknikleri, intraoral tarama sistemleri ve fotogrametri yöntemlerinin doğruluğunu karşılaştırmak amacıyla yapılmış bir literatür derlemesidir. Literatür taraması **PubMed** ve **Google Scholar** veri tabanlarında 2015–2025 yılları arasında yayımlanan çalışmalardan gerçekleştirildi. Tarama sırasında anahtar kelimeler olarak **“full-arch implant impression”, “conventional implant impression”, “digital impression”, “intraoral scanner”, “photogrammetry”, “stereophotogrammetry”, “implant impression accuracy”** ve **“implant-supported prosthesis accuracy”** terimleri kullanıldı.

Literatür taraması sırasında implant destekli protezlerde ölçü doğruluğunu değerlendiren çalışmalar incelenmiş ve özellikle **konvansiyonel ölçü teknikleri (açık kaşık ve kapalı kaşık yöntemleri), intraoral tarayıcılar (IOS) ve fotogrametri sistemleri** ile elde edilen ölçülerin

doğruluğunu karşılaştıran çalışmalar değerlendirmeye alındı. Tarama sonucunda toplam **48 çalışma** incelenmiş, başlık ve özet değerlendirmesi sonrasında konu ile doğrudan ilişkili olan **14 çalışma** derlemeye dahil edildi.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri şu şekilde belirlendi:

- implant destekli protezlerde ölçü doğruluğunu değerlendiren çalışmalar olması,
- konvansiyonel ölçü, intraoral tarama veya fotogrametri yöntemlerinden en az birini incelemesi,
- tam ark veya parsiyel implant restorasyonlarında ölçü doğruluğunu değerlendirmesi,
- doğruluğun lineer sapma, açısal sapma, RMS değeri veya koordinat ölçüm sistemi gibi parametrelerle analiz edilmiş olması,
- ingilizce yayınlanmış ve tam metnine erişilebilen çalışmalar olması.

Dışlanma kriterleri ise şu şekilde belirlendi:

- yalnızca teorik bilgi içeren çalışmalar,
- implant ölçü doğruluğu ile doğrudan ilişkili olmayan çalışmalar,
- tam metnine ulaşamayan çalışmalar,
- vaka raporları ve editoryal yazılar.

Bu anlatsal derleme çalışmasında yalnızca daha önce yayımlanmış çalışmalar incelendiği için **insan veya hayvan üzerinde herhangi bir deneysel işlem yapılmamış olup etik kurul onayı gerekmemektedir.**

Bulgular

Cheng ve ark. (11) tarafından yapılan in vitro çalışmada tam dişsiz maksiller arkta 4 farklı ölçü tekniğinin doğruluğu karşılaştırılmıştır. 6 implant üzeri multi-unit abutment yerleştirilerek ölçüler alınmıştır. Konvansiyonel açık kaşık ölçü (CI), splintsiz intraoral tarama (IOS), splintli intraoral tarama (MIOS) ve stereofotogrametri (SPG) olmak üzere dört farklı ölçü tekniği karşılaştırılmıştır. Tüm ölçü verileri STL dosyası formatında elde edilmiş ve referans model ile dijital ortamda hizalanarak analiz edilmiştir. Ölçüm karşılaştırmaları üç boyutlu sapma (RMS), lineer sapma ve açısal sapma parametreleri üzerinden yapılmıştır. Sonuç olarak stereofotogrametri en yüksek doğruluk ve tekrarlanabilirlik değerlerini gösterirken, IOS ve konvansiyonel ölçü teknikleri benzer performans sergilemiş; splintleme uygulaması ise genel doğruluğu anlamlı düzeyde artırmamıştır.

Tohme ve ark. (12) yaptığı in vitro çalışmalarında tam dişsiz maksiller bir **All-on-Four** modeli kullanılmış ve toplam **4 implant** (2 paralel anterior, 2 adet 17° açılı posterior) değerlendirilmiştir. Ölçü işlemleri implant seviyesinde değil, **abutment seviyesinde (screw-retained abutment, multiunit benzeri bağlantı)** gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırılan ölçü teknikleri; **konvansiyonel açık kaşık ölçü, dijital intraoral tarama (IOS) ve stereofotogrametri (PiC sistemi)** yöntemleridir. Tüm veriler **STL dosyası formatında** elde edilmiş ve referans model ile dijital ortamda “best-fit alignment” yöntemi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Ölçüm parametreleri olarak **üç boyutlu sapma (RMS), global açısal sapma**, ayrıca hem tüm tarama gövdesi hem de düz açılı yüzey bölgesi analiz edilmiştir. Sonuç olarak stereofotogrametri en yüksek doğruluğu göstermiş, konvansiyonel yöntem doğruluk açısından dijitalden daha iyi bulunmuştur.

Cai ve ark. (13) tarafından yapılan çalışma, **tam dişsiz implant destekli restorasyonlarda** intraoral tarama (IOS) ile konvansiyonel implant ölçülerinin doğruluğunu karşılaştıran çalışmaların sistematik derleme ve meta-analizidir. Çalışmada sabit bir implant sayısı yoktur; dahil edilen araştırmalarda genellikle **4-8 implantlı tam ark modeller** değerlendirilmiştir. Ölçümler implant veya multiunit seviyesinde yapılmış olup, analizler çoğunlukla **STL dosyaları üzerinden dijital üst üste bindirme (RMS – best fit alignment, Geomagic)** veya **koordinat ölçüm makinesi (CMM)** ile lineer ve açısal sapma ölçümleri şeklinde gerçekleştirilmiştir. Karşılaştırılan teknikler temel olarak **konvansiyonel implant ölçüsü (CI) ile intraoral tarama (IOS)** yöntemleri olup bazı çalışmalarda

ayrıca **fotogrametri** de değerlendirilmiştir. Sonuç olarak meta-analiz, implantlar paralel olduğunda IOS ile konvansiyonel ölçü arasında anlamlı fark olmadığını; implantlar açılı (unparallel) olduğunda ise IOS'un daha avantajlı olabildiğini göstermektedir.

Lee ve ark. (21), klinik çalışmalarında **her hastada 1 adet tek implant** değerlendirilmiştir (toplam 30 hasta). Ölçü işlemleri **fixture-level (kapalı kaşık)** yapılmış olup **multiunit abutment kullanılmamıştır**. Karşılaştırılan teknikler **konvansiyonel ölçü ile dijital intraoral tarama (iTero IOS, scan body üzerinden)** yöntemleridir. Dijital grupta elde edilen veriler **STL dosyası formatında** işlenmiş ve CAD-CAM yöntemiyle implant analog modeller üretilmiştir. Sonuç olarak dijital yöntem zaman açısından daha verimli bulunmuş, doğruluk bakımından ise iki teknik arasında anlamlı fark saptanmamıştır.

Bergin ve ark. (19) tarafından yapılan in vitro çalışmada tam dişsiz mandibular ark modeli kullanılmış ve anterior bölgede mental foramenler arasında yerleştirilmiş toplam 5 implant analogu (NobelReplace RP) değerlendirilmiştir. Ölçü işlemleri implant seviyesinde yapılmış olup multiunit abutment kullanılmamıştır. Referans ölçümler koordinat ölçüm makinesi (CMM) ile elde edilmiş; karşılaştırma için iki yöntem değerlendirilmiştir; konvansiyonel splintli açık kaşık ölçü ve fotogrametrik yöntem. Konvansiyonel grupta elde edilen modeller NobelProcera optik tarayıcı ile taranmış ve veriler STL dosyası formatında analiz edilmiştir. Fotogrametri grubunda ise optik hedefler kullanılarak dijital kamera görüntüleri üzerinden üç boyutlu koordinat verileri hesaplanmıştır. Sonuç olarak fotogrametri yöntemi, yüksek hassasiyet göstermiş ve konvansiyonel yöntemle göre daha iyi tekrarlanabilirlik sunmuş; ancak genel doğruluk açısından iki yöntem arasında anlamlı fark bulunmamıştır.

Ribeiro ve ark. (14) çalışmalarında tam dişsiz implant destekli sabit protezlerde stereofotogrametri (özellikle PiCental® sistemi), intraoral tarama (IOS) ve konvansiyonel ölçü tekniklerinin doğruluğunu karşılaştıran sistematik derlemeleri incelemektedir. Çalışma deneysel değil, literatürdeki sistematik derlemelerin analizidir; bu nedenle sabit bir implant sayısı yoktur ancak dahil edilen çalışmalar genellikle 4–6 veya daha fazla implant içeren tam ark vakalardır. Ölçümler implant veya multiunit abutment seviyesinde yapılmış, analizler çoğunlukla STL dosyaları üzerinden dijital üst üste bindirme (best-fit) veya koordinat ölçüm makineleri ile gerçekleştirilmiştir. Genel değerlendirmede, tam ark implant rehabilitasyonlarında **en yüksek doğruluk stereofotogrametri ile elde edilmiştir**. IOS ve konvansiyonel yöntemler çoğu çalışmada klinik olarak kabul edilebilir sınırlar içinde olsa da özellikle implantlar arası mesafenin fazla olduğu ve açılı implant vakalarında fotogrametri sistemleri daha güvenilir bulunmuştur. Bununla birlikte fotogrametri sistemleri yumuşak doku bilgisini doğrudan kaydetmediği için ek dijital tarama gerektirmektedir.

Leon ve ark. (18) yaptıkları in vitro çalışmada tam dişsiz maksiller ark modeli kullanılmış ve toplam 6 implant abutment analogu (Straumann RC 4.8 mm, screw-retained abutment straight) değerlendirilmiştir. Ölçü işlemleri abutment seviyesinde gerçekleştirilmiş olup karşılaştırılan teknikler şunlardır: konvansiyonel splintli açık kaşık ölçü (CNV), fotogrametri (PG – Icam4D sistemi) ve iki farklı intraoral tarayıcı (IOS-1: iTero Element, IOS-2: TRIOS 3). Dijital gruplarda veriler STL dosyası formatında elde edilmiş ve analizler koordinat ölçüm makinesi (CMM) referans alınarak, best-fit yöntemi ile lineer (x, y, z) ve açısal sapmalar üzerinden yapılmıştır. Sonuç olarak en düşük 3B sapma (en yüksek doğruluk) konvansiyonel teknikte, IOS gruplarında benzer ve klinik olarak kabul edilebilir değerlerde, en yüksek sapma (en düşük doğruluk) ise fotogrametri grubunda bulunmuştur.

Faria ve ark. (20) tarafından yapılan in vitro çalışmada tam dişsiz mandibular tam ark modeli kullanılmış ve üç farklı implant dağılımı değerlendirilmiştir: CCI A (6 implant: 2 implant lateral diş bölgesine, 2 implant mental foramenin önüne, 2 implant 1. molar bölgesine), CCI B (4 implant: 2 implant kanin bölgesine, 2 implant 1. molar bölgesine) ve CCI C (4 implant: 2 implant lateral diş bölgesine, 2 implant mental foramenin önüne). İntraoral tarama gruplarında scanbody, fotogrametri grubunda ise PIC transferler kullanılmıştır. Her implant dağılımı için 10'ar ölçü alınarak toplam 90 dijital ölçü elde edilmiş; tüm veriler STL formatında kaydedilmiş, Exocad yazılımında işlenmiş ve Geomagic programında best-fit hizalama ile RMS (root mean square) değerleri üzerinden hassasiyet analizi yapılmıştır. Karşılaştırılan yöntemler 3Shape Trios 3, Medit i500 intraoral tarayıcıları ve PIC Dental fotogrametri sistemidir; konvansiyonel ölçü yer almamaktadır. Sonuç olarak cihazlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamış, ancak implantların daha az sayıda ve birbirine daha yakın

konumlandığı CCI C dağılımı en yüksek hassasiyeti göstermiştir. Ayrıca çalışmada fotogrametri sistemi implant dağılımından en az etkilenen yöntem olarak bildirilmiştir.

Ma ve ark. (17) tarafından yapılan in vitro çalışmada ise tam dişsiz maksiller model kullanılmış ve üzerinde 6 implant abutment replikası (Straumann RC 4.6 mm) yer almıştır. Ölçümler abutment seviyesinde gerçekleştirilmiş olup fotogrametri (PG – ICam4D sistemi), intraoral tarama (IOS – TRIOS 3) ve konvansiyonel splintli açık kaşık ölçü (CNV) teknikleri kıyaslanmıştır. Tüm dijital veriler laboratuvar referans tarayıcısı ile taranarak STL dosyası formatında elde edilmiş, scan body’ler dijital kütüphane aracılığıyla abutment replikalarına dönüştürülmüş ve analizler Geomagic yazılımında best-fit hizalama ve RMS (root mean square) değerleri üzerinden yapılmıştır. Sonuç olarak hem trueness hem precision açısından en yüksek doğruluk fotogrametri grubunda, ikinci sırada konvansiyonel ölçü, en düşük doğruluk ise intraoral tarama grubunda bulunmuştur.

Leon ve ark. (3) tarafından yapılan in vitro çalışmada tam dişsiz maksiller model üzerinde 6 implant değerlendirilmiştir. Ölçü işlemleri abutment seviyesinde gerçekleştirilmiş olup konvansiyonel açık kaşık ölçü (splintli, polieter ile) ve fotogrametri (PIC Dental sistemi) teknikleri karşılaştırılmıştır. Fotogrametri grubunda her abutmente scan body yerleştirilmiş ve veriler STL dosyası formatında elde edilmiştir. Konvansiyonel grupta ise ölçü sonrası Tip IV alçı model oluşturulmuş ve tüm ölçümler referans modelle birlikte koordinat ölçüm makinesi (CMM) kullanılarak x, y, z eksenlerinde lineer, açısal (XZ ve YZ açıları) ve 3 boyutlu (3D) sapmalar üzerinden değerlendirilmiştir. Çalışmada intraoral tarama (IOS) yer almamaktadır; yalnızca konvansiyonel yöntem ile fotogrametri karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak konvansiyonel yöntem istatistiksel olarak daha yüksek genel doğruluk (trueness ve precision) göstermiştir.

Liu ve ark. (22) tarafından yapılan in vitro çalışmada tam dişsiz maksiller model kullanılmış ve üç farklı implant dağılımı oluşturulmuştur: 4 paralel implant (4-PARA), 4 açılı implant (4-INCL, posteriorlar 30° eğimli) ve 6 paralel implant (6-PARA) . İmplantlar abutment seviyesinde (NobelActive analogları) değerlendirilmiş olup multiunit abutment ile açık kaşık ölçü alınmıştır. Karşılaştırılan ölçü teknikleri üç gruptur: konvansiyonel açık kaşık ölçü (OI, splintli), stereofotogrametri (SPG – PIC sistemi) ve intraoral tarama (IOS – TRIOS 3, prefabrik tarama barı ile). Dijital veriler laboratuvar referans tarayıcısı ile elde edilmiş ve tüm ölçümler STL dosyaları üzerinden, Geomagic yazılımında best-fit hizalama ile; lineer sapma, açısal sapma ve RMS (root mean square) hata değerleri üzerinden analiz edilmiştir. Sonuç olarak en yüksek doğruluk stereofotogrametri (SPG) grubunda bulunmuş, ikinci sırada konvansiyonel açık kaşık ölçü, en düşük doğruluk ise intraoral tarama (IOS) grubunda saptanmıştır. Ayrıca implant sayısının artması (6 implant) doğruluğu artırmış, 30° açılı implantların ise mesafe sapmasını artırdığı bildirilmiştir.

Gomez-Polo ve ark. (23) yayınladıkları sistematik derlemede, çoğunlukla tam dişsiz ve çoklu implantlı vakalar incelenmiş olup, çalışmalarda ark başına genellikle 4-8 implant yer aldığı bildirilmiştir. Ölçüler hem implant hem de abutment- seviyelerinde alınmış, multi-unit abutment kullanılan klinik senaryolar da dahil edilmiştir. Fotogrametri sistemleri (PIC ve iCam4D) optik markerlar aracılığıyla implantların üç boyutlu konumunu kaydetmiş ve elde edilen veriler STL formatına dönüştürülerek CAD yazılımlarında değerlendirilmiştir. Ancak fotogrametri yumuşak dokuyu kaydetmediği için, ek olarak konvansiyonel ölçü veya intraoral tarayıcı (IOS) ile alınan STL dosyaları ile birleştirme yapılmıştır. Çalışmalarda fotogrametri; konvansiyonel açık kaşık splintli implant ölçüleri ve farklı IOS sistemleri ile karşılaştırılmış, doğruluk değerlendirmesi lineer ve açısal sapmalar ile RMS 3B sapmaları üzerinden yapılmıştır. Sonuç olarak, fotogrametri sistemlerinin çoklu implantlı tam ark vakalarda klinik olarak kabul edilebilir doğrulukta sonuç verdiği, çoğu çalışmada Ma ve ark.(17) (2021) ve Tohme ve ark.(12) (2023) IOS’a göre daha yüksek doğruluk gösterdiği bildirilmiştir.

Peñarrocha-Diago ve ark. (24) randomize kontrollü bir pilot klinik çalışmada, tam dişsiz implant destekli sabit protez rehabilitasyonu yapılan 18 hastada toplam 131 implant değerlendirmiş olup, deney grubunda 8 hastada 66 implant, kontrol grubunda ise 10 hastada 65 implant yer almaktadır. Vakalar hem maksilla hem mandibulayı içermektedir. Ölçüler implant seviyesinde alınmış ve deney grubunda stereofotogrametri (PIC sistemi) ile multi-unit/ara abutment bağlantıları üzerinden optik kayıt yapılmıştır. Fotogrametri ile implantların üç boyutlu konumları kaydedilmiş, yumuşak doku kaydı için alınan alçı model 3B tarayıcı ile dijitalize edilmiş ve veriler STL formatında CAD yazılımında

birleştirilerek altyapı tasarımı yapılmıştır. Kontrol grubunda ise konvansiyonel açık kaşık, splintli polieter ölçü tekniği kullanılmıştır; IOS karşılaştırması yapılmamıştır. Değerlendirilen parametreler ölçü alma süresi, hasta ve hekim memnuniyeti, marjinal kemik kaybı, implant başarısı ve protez sağkalımıdır. Sonuç olarak stereofotogrametri grubunda ölçü alma süresi anlamlı derecede daha kısa ve hasta/hekim memnuniyeti daha yüksek bulunmuş; ancak 1 yıllık takipte implant başarısı, implant sağkalımı, marjinal kemik kaybı ve protez sağkalımı açısından iki yöntem arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır.

Ruhi ve ark. (25) yaptıkları çalışmada implant üstü ölçü yöntemlerini doğruluk açısından değerlendirmiştir. Çalışma deneysel bir model veya **STL dosyası üzerinden yapılan dijital analiz içermemekte**, literatürdeki çalışmaların sonuçlarını karşılaştıran **anlatısal derleme** niteliğindedir. Literatür bulgularına göre **çoklu implant vakalarında (multi-implant)** özellikle **4 veya daha fazla implant içeren durumlarda** splintli **açık kaşık (direkt) konvansiyonel ölçü yönteminin daha yüksek doğruluk sağladığı** bildirilmiştir. İmplant sayısı arttıkça ölçü doğruluğunun yöntemden daha fazla etkilenebileceği belirtilmiştir. Çalışmada **parsiyel ve tam dişsiz vakalar birlikte ele alınmış**, ancak özellikle **tam ark ve çoklu implant restorasyonlarında ölçü doğruluğunun daha kritik olduğu** vurgulanmıştır. Ayrıca derlemede **konvansiyonel ölçü yöntemleri ile dijital ölçüler (intraoral tarayıcılar)** karşılaştırılmış; dijital ölçülerin hasta konforu ve iş akışı açısından avantajlı olduğu ancak **tam dişsiz ve geniş ark vakalarında doğruluğun bazı klinik ve teknik faktörlerden etkilenebileceği** ifade edilmiştir.

İmplant Destekli Protezlerde Ölçü Yöntemleri – Bulgular Özeti (14 Çalışma)

Çalışma	İmplant Sayısı / Ark	Abutment Seviyesi	Veri Analizi (STL/CMM)	Karşılaştırılan Yöntemler	Sonuç
Cheng ve ark. (2024)	6 / Tam ark	Multi-unit	STL (RMS)	CI /IOS /MIOS/Fotogrametri	Fotogrametri en yüksek doğruluk
Tohme ve ark.(2023)	4 (All-on-four) / Tam ark	Abutment	STL (best-fit)	CI/IOS/Fotogrametri	Fotogrametri > CI > IOS
Cai ve ark.(2024)	4–8 / Tam ark	İmplant & MU	STL + CMM	CI/IOS	Paralel implantta benzer; açılı implantta IOS avantajlı
Lee ve ark. (2022)	1 / Parsiyel	Fixture-level	STL	CI/IOS	Doğruluk benzer; IOS daha hızlı
Bergin ve ark.(2013)	5 / Tam ark	İmplant	STL + CMM	CI/Fotogrametri	Benzer doğruluk; PG daha tekrarlanabilir
Ribeiro ve ark.(2024)	4–6+ / Tam ark	İmplant & MU	STL (best-fit)	CI/IOS/Fotogrametri	Fotogrametri çoğu çalışmada en doğru
Ma ve ark.(2021)	6 / Tam ark	Abutment	STL (RMS)	CI/IOS/Fotogrametri	Fotogrametri > CI > IOS
Liu ve ark. (2024)	4–6 / Tam ark	Multi-unit	STL (RMS)	CI/IOS/Fotogrametri	Fotogrametri en doğru; IOS en düşük

Peñarrocha ve ark.(2017)	131 / Tam ark	Multi-unit	STL (CAD)	CI/Fotogrametri	Doğruluk benzer; PG daha hızlı
Faria ve ark.(2025)	4-6 / Tam ark	Abutment	STL (RMS)	IOS/Fotogrametri	Cihazlar benzer; PG implant dağılımından az etkilenir
Leon ve ark.(2021)	6 / Tam ark	Abutment	STL + CMM	CI/IOS/Fotogrametri	CI en yüksek doğruluk
Revilla-León ve ark.(2023)	6 / Tam ark	Abutment	STL (Euclidean sapma)	Fotogrametri/CI	CI daha yüksek doğruluk göstermiştir
Gomez-Polo ve ark.(2023)	4-8 / Tam ark	İmplant & MU	STL (RMS)	CI/IOS/Fotogrametri	Fotogrametri klinik olarak kabul edilebilir ve sıklıkla üstün
Ruhi ve ark (2024)	Parsiyel ve tam ark(özellikle 4 implanttan fazla olan vakalar)	Multi-unit		CI/IOS	Çoklu implant vakalarında splintli açık kaşık yöntemi daha doğru bulunmuştur.

Tartışma

Bu anlatısal derlemede implant destekli protezlerde konvansiyonel ölçü, intraoral tarama (IOS) ve fotogrametri tekniklerinin doğruluk, tekrarlanabilirlik ve klinik uygulanabilirlik açısından karşılaştırılması amaçlanmıştır. Literatürde yer alan in vitro ve klinik çalışmalar incelendiğinde, ölçü doğruluğunun özellikle tam ark ve çoklu implant vakalarında kullanılan yöntemle ilgili olarak değişkenlik gösterebildiği görülmektedir.

Tek implant veya implantlar arası mesafenin az olduğu restorasyonlarda IOS ile konvansiyonel ölçüler arasında anlamlı fark bulunmadığını bildiren klinik çalışmalar mevcuttur (21). Bu durum, sınırlı tarama alanlarında hata birikiminin minimal olması ile açıklanabilir. Ancak implant sayısının artması, implantların açılı yerleştirilmesi ve ark uzunluğunun genişlemesi gibi durumlarda dijital taramalarda hata oluşabileceği bildirilmiştir (22). Özellikle tam ark rehabilitasyonlarında IOS doğruluğunun bazı çalışmalarda konvansiyonel yöntemlerden daha düşük olduğu gösterilmiştir.

Fotogrametri sistemlerinin değerlendirildiği çalışmaların büyük çoğunluğunda, tam ark ve çoklu implant vakalarında en yüksek doğruluğun fotogrametri ile elde edildiği bildirilmiştir (22). Bu yöntemin implantların üç boyutlu uzaysal koordinatlarını doğrudan kaydetmesi ve ölçü materyali kaynaklı distorsiyonları ortadan kaldırması, doğruluğun artmasında önemli rol oynamaktadır. Bununla birlikte bazı in vitro çalışmalarda konvansiyonel splintli açık kaşık ölçü tekniğinin fotogrametriye benzer veya daha yüksek doğruluk gösterebildiği de rapor edilmiştir (18). Bu durum, kullanılan referans ölçüm sistemleri, implant dağılımı ve deneysel tasarım farklılıkları ile açıklanabilir.

Konvansiyonel ölçü teknikleri uzun yıllardır klinik olarak güvenilir sonuçlar vermektedir. Özellikle splintli açık kaşık tekniği çoklu implant vakalarında yüksek doğruluk sağlamaktadır (11, 12).

Ancak ölçü materyallerinin polimerizasyon büzülmesi, çok aşamalı laboratuvar süreci, ek personel gereksinimi ve sürecin zaman alıcı olması gibi dezavantajları bulunmaktadır. Fotogrametri sistemlerinin önemli avantajları arasında ölçü işleminin kısa sürede tamamlanabilmesi ve hasta memnuniyetinin artması yer almaktadır. Klinik randomize kontrollü çalışmalarda fotogrametri grubunda ölçü alma süresinin anlamlı derecede daha kısa olduğu ve hem hasta hem de hekim memnuniyetinin daha yüksek olduğu bildirilmiştir (24). Bununla birlikte fotogrametri sistemlerinin yumuşak doku bilgisini doğrudan kaydedememesi ve ek dijital tarama gerektirmesi önemli bir sınırlılıktır (14).

Sonuç

Literatür verileri doğrultusunda aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır:

1. Tek implant ve implantlar arası mesafenin kısa olduğu restorasyonlarda intraoral tarayıcılar ile konvansiyonel ölçüler arasında doğruluk açısından anlamlı fark bulunmamaktadır.
2. Tam ark ve çoklu implant vakalarında sıklıkla en yüksek doğruluğun fotogrametride, en düşük doğruluğun ise ağız içi tarayıcılarda olduğu görülmüştür.
3. Fotogrametri sistemleri implant pozisyonlarının kaydında yüksek doğruluk(trueness) ve keskinlik(precision) değerleri göstermektedir.
4. Konvansiyonel ölçü teknikleri klinik olarak güvenilirliğini korumaktadır ancak zaman ve materyal kaynaklı hata potansiyeline sahiptir.
5. IOS sistemleri hasta konforu ve dijital iş akışı açısından avantajlıdır ancak tam ark ve açılı implant vakalarında hata birikimi görülebilmektedir.
6. Fotogrametri sistemleri klinik sürenin kısalması ve hasta memnuniyetinin artması açısından avantaj sağlamaktadır.

Sonuç olarak, implant destekli protezlerde ölçü yöntemi seçimi vaka tipine, implant sayısına, implant dağılımına, klinisyenin deneyimine ve klinik koşullara göre yapılmalıdır. Özellikle tam ark ve çoklu implant rehabilitasyonlarında fotogrametri sistemleri güçlü bir alternatif olarak değerlendirilebilir; ancak klinik etkinliğin daha net ortaya konulabilmesi için uzun dönemli ve geniş örneklemli klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

Kaynakça

1. Çağlar İ, Duymuş ZY, Ateş S. Diş hekimliğinde kullanılan ölçü sistemlerinde güncel yaklaşımlar: Dijital ölçü. Atatürk üniversitesi diş hekimliği fakültesi dergisi. 2015;25:135-40.
2. ŞAHAN MH, KÜMBÜLOĞLU Ö. Ölçüde Dijital Dönüşüm. Journal of Ege University School of Dentistry/Ege Üniversitesi Dis Hekimliği Fakültesi Dergisi. 2022;43.
3. Revilla-León M, Rubenstein J, Methani MM, Piedra-Cascón W, Özcan M, Att W. Trueness and precision of complete-arch photogrammetry implant scanning assessed with a coordinate-measuring machine. The Journal of Prosthetic Dentistry. 2023;129(1):160-5.
4. Kiraz MS, Çevik P. İmplant Üstü Protezlerde Konvansiyonel ve Dijital Ölçü Teknikleri. Selcuk Dental Journal. 2022;9(1):268-77.
5. Aktöre H, Kurtulmuş-Yılmaz S. İmplant destekli protezlerde ölçünün doğruluğunu etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi The evaluation of factors that affect the accuracy of implant impressions. Cumhuriyet Dental Journal. 2015;18(2):214-27.
6. Stuanı VT, Ferreira R, Manfredi GG, Cardoso MV, Sant'Ana AC. Photogrammetry as an alternative for acquiring digital dental models: A proof of concept. Medical hypotheses. 2019;128:43-9.
7. Chaudhary S, Kumar S, Aggarwal R, Uppal J, Yadav K, Thoidingjam B, et al. Evaluation of the accuracy of digital models generated using photogrammetry. Cureus. 2024;16(12).

8. Özyer EK, Kahramanoğlu E, Aslan YU, Özkan Y. İmplant Destekli Protetik Restorasyonlarda Kullanılan Ölçü Yöntemleri ve Materyalleri: Derleme. *European Journal of Research in Dentistry*. 2019;3(2):124-32.
9. Tomita Y, Uechi J, Konno M, Sasamoto S, Iijima M, Mizoguchi I. Accuracy of digital models generated by conventional impression/plaster-model methods and intraoral scanning. *Dental materials journal*. 2018;37(4):628-33.
10. Vij AA, Reddy A. Using digital impressions to fabricate space maintainers: A case report. *Clinical case reports*. 2020;8(7):1274-6.
11. Cheng J, Zhang H, Liu H, Li J, Wang HL, Tao X. Accuracy of edentulous full-arch implant impression: An in vitro comparison between conventional impression, intraoral scan with and without splinting, and photogrammetry. *Clinical Oral Implants Research*. 2024;35(5):560-72.
12. Tohme H, Lawand G, Chmielewska M, Makhzoume J. Comparison between stereophotogrammetric, digital, and conventional impression techniques in implant-supported fixed complete arch prostheses: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2023;129(2):354-62.
13. Cai Zz, Li X, Wu XY, Lai HC, Shi JY. Does intra-oral scan improve the impression accuracy of full-arch implant-supported prostheses: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Implant Dentistry and Related Research*. 2024;26(5):847-61.
14. Ribeiro P, Díaz-Castro CM, Ríos-Carrasco B, Ríos-Santos JV, Herrero-Climent M. Stereo-photogrammetry for impression of full-arch fixed dental prosthesis—an update of the reviews. *Prosthesis*. 2024;6(4):939-51.
15. Koç B, Sen D. İmplant Destekli Sabit Protetik Restorasyonlarda Konvansiyonel Ölçü Teknikleri ile Dijital Ölçü Sistemlerinin Karşılaştırmalı Değerlendirmesi ve İmplant Tarama Gövdelerinin İncelenmesi. *Aydın Dental Journal*. 2025;11(2):193-203.
16. Zotti F, Rosolin L, Bersani M, Poscolere A, Pappalardo D, Zerman N. Digital dental models: is photogrammetry an alternative to dental extraoral and intraoral scanners? *Dentistry Journal*. 2022;10(2):24.
17. Ma B, Yue X, Sun Y, Peng L, Geng W. Accuracy of photogrammetry, intraoral scanning, and conventional impression techniques for complete-arch implant rehabilitation: an in vitro comparative study. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):636.
18. Revilla-León M, Att W, Özcan M, Rubenstein J. Comparison of conventional, photogrammetry, and intraoral scanning accuracy of complete-arch implant impression procedures evaluated with a coordinate measuring machine. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2021;125(3):470-8.
19. Bergin JM, Rubenstein JE, Mancl L, Brudvik JS, Raigrodski AJ. An in vitro comparison of photogrammetric and conventional complete-arch implant impression techniques. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2013;110(4):243-51.
20. Faria JC, Sampaio-Fernandes MA, Oliveira SJ, Malheiro R, Sampaio-Fernandes JC, Figueiral MH. Precision of photogrammetry and intraoral scanning in full-arch implant rehabilitation: an in vitro comparative study. *Applied Sciences*. 2025;15(3):1388.
21. Lee SJ, Jamjoom FZ, Le T, Radics A, Gallucci GO. A clinical study comparing digital scanning and conventional impression making for implant-supported prostheses: A crossover clinical trial. *The Journal of prosthetic dentistry*. 2022;128(1):42-8.
22. Liu M, Fu X-J, Lai H-C, Shi J-Y, Liu B-L. Accuracy of traditional open-tray impression, stereophotogrammetry, and intraoral scanning with prefabricated aids for implant-supported complete arch prostheses with different implant distributions: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2024;132(3):602. e1-. e9.
23. Gómez-Polo M, Barmak AB, Ortega R, Rutkunas V, Kojs JC, Revilla-León M. Accuracy, scanning time, and patient satisfaction of stereophotogrammetry systems for acquiring 3D dental implant positions: A systematic review. *Journal of Prosthodontics*. 2023;32(S2):208-24.

24. Peñarrocha-Diago M, Balaguer-Martí JC, Peñarrocha-Oltra D, Balaguer-Martínez JF, Peñarrocha-Diago M, Agustín-Panadero R. A combined digital and stereophotogrammetric technique for rehabilitation with immediate loading of complete-arch, implant-supported prostheses: a randomized controlled pilot clinical trial. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. 2017;118(5):596-603.
25. Ruhi İ, Akaltan KF. İmplant Üstü Protezlerde Ölçü Yöntemleri ve Ölçü Doğruluğunu Etkileyen Faktörler. *Selcuk Dental Journal*. 2024;11(1):103-9.

Presentation ID / Sunum No= 205

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0009-0007-2904-2254

Dijital ve Geleneksel Oklüzal Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırılması: Bir Anlatısal Derleme

147

Researcher Kiarash Sheikholamneh¹, Asst. Prof. Dr. Selda Gökçe Erdal¹, Prof.Dr. Ayşegül Köroğlu¹

¹Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi Dişhekimliği Fakültesi Protetik Diş Tedavisi Ad

*Corresponding author: Kiarash sheikholamneh

Özet

Amaç Bu çalışmanın amacı dental oklüzyon analizi için kullanılan geleneksel ve dijital yöntemlerin geçerliliğini ve güvenilirliğini karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir. Gereç ve Yöntem PubMed ve Google Scholar veri tabanlarında “Occlusal analysis in natural teeth”, “Occlusal analysis methods”, “Conventional occlusal analysis”, “Digital occlusal analysis” anahtar kelimeleri kullanılarak 2020-2026 yılları arası literatür taraması yapıldı. Elde edilen 35 çalışma arasından sistematik derlemeleri ve özgün araştırmaları içeren 10 adet makale değerlendirmeye dahil edildi. Metodolojik ayrıntı vermeyen kısa bildirimler, vaka raporları ve güncelliğini yitirmiş çalışmalar hariç tutuldu. Bulgular Dental oklüzal temasların doğru şekilde belirlenmesi tanı, tedavi planlaması ve restorasyonların uzun dönem başarısı açısından büyük önem taşımaktadır. Literatür incelendiğinde yaygın olarak kullanılan geleneksel oklüzal analiz yöntemlerinin oklüzal temasların konumunu belirleyebilmesine rağmen temas kuvvetlerini güvenilir şekilde ölçemediği gözlenmektedir. Aynı zamanda söz konusu yöntemin en büyük dezavantajı sonuçların öznel olarak yorumlanmasıdır. Dijital oklüzal analiz yöntemlerinin oklüzal temasların kuvvet dağılımını, zamanlamasını ve dinamik ilişkilerini değerlendirebildiği gösterilmiştir. Bununla birlikte dijital cihazların, statik ve dinamik oklüzal ilişkiyi kaydetme ve analiz etme güvenilirlikleri ise hala belirsizdir. Sonuç Dijital oklüzal analiz yöntemlerinin geleneksel yöntemlere göre daha objektif ve ölçülebilir veriler sağladığı görülmektedir. Bununla birlikte her iki yöntemin de avantaj ve sınırlamaları bulunmaktadır. Klinik uygulamalarda daha doğru sonuçlar elde edebilmek için geleneksel oklüzal göstergeler ile dijital analiz yöntemlerinin birlikte kullanılmasının faydalı olabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Dental Oklüzyon, Dijital Oklüzal Analiz, Oklüzal Kayıt

Giriş

Oklüzyon, maksiller ve mandibular dişlerin kesici veya oklüzal yüzeyleri arasındaki statik bir ilişki olarak tanımlanabilir ve diş hekimliğinin tüm alanlarının temelini oluşturur. İdeal bir oklüzyonda tüm posterior dişlerin aynı anda temas etmesi ve oklüzal kuvvetin eşit bir şekilde dağıtılması gerekir.¹ Diş hekimliğinde tatmin edici klinik sonuçlar elde edebilmek için oklüzyon bilgisi oldukça önemlidir.² Hastanın oklüzal temasları ile ısırma kuvveti, tanı ve prognoz açısından bilgi sağlamaktadır. Bu nedenle

hem klinik hem de laboratuvar aşamalarında oklüzal temasların doğru bir şekilde belirlenmesi önemlidir.³ Statik ve dinamik oklüzyonun hassas bir şekilde kaydedilmesi, diş hekimliğinin tüm disiplinlerinde tanısal işlemlerin temel bileşenidir. Statik oklüzyon, maksimum interküspasyonda alt üst dişler arasındaki temaslardır. Dinamik oklüzyon ise fonksiyon sırasında oluşan temasları ifade eder. Dinamik oklüzyon değerlendirilirken protruziv hareket, sağ ve sol lateral hareketler değerlendirilir. Statik ve dinamik oklüzyon geleneksel olarak sabit ve tekrarlanabilir. Bununla birlikte dişlerdeki primer temas, inter veya intra ark dengesizliği, değişken fonksiyonel hareketler ile bireysel çiğneme kalıplarının yanlış analiz edilmesi travmatik oklüzyona neden olabilmektedir.^{1,4}

Günümüze kadar oklüzyonu belirlemek için birçok farklı kayıt yöntemleri kullanılmıştır. Bunlar aljinat, şeffaf asetat levhalar, balmumu, artikülasyon kağıtları, ipek şeritler, oklüzal spreyler, oklüzal ultrasonografiler ve fotoğraf karşılaştırma sistemleridir. Kullanılan oklüzal analiz yöntemleri geleneksel ve dijital yöntemler olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Ticari olarak kolay ulaşılabilir olmasından dolayı artikülasyon kağıdı ve folyo yaygın kullanımı olan geleneksel yöntemlerdir.^{1,5,6} En sık kullanılan geleneksel yöntem ise artikülasyon kağıtlarıdır. Bu yöntemde hastalar diş yüzeyinde mürekkep izleri bırakan kağıt parçalarını ısırır. Bu kağıtların tükürük tarafından şekil kaybetmeleri, kalın olmaları ve esnek olmamaları gibi dezavantajları bulunmaktadır.⁵ Geleneksel yöntemler oklüzal temasların yerini belirleyebilmelerine rağmen kuvvetlerini güvenilir bir şekilde ölçememektedirler.⁶ Aynı zamanda bu yöntemlerin tekrarlanabilirliği de güvenilir değildir ve elde edilen işaretler öznel olarak yorumlanabilir.³

Birçok alanda olduğu gibi diş hekimliğinde de dijital sistemlerin kullanımı son yıllarda önemli gelişmelere yol açmaktadır. Dijital diş hekimliğine olan talep sürekli artarken, yeni geliştirilen dijital cihazlarla ise oklüzal temasları kaydetmek, yavaş yavaş geleneksel yöntemlerin yerini almaktadır. Bu konudaki gelişmelerin avantajlarını değerlendirebilmek için dijital yöntemler ile geleneksel yöntemlerin karşılaştırılması önemlidir. Oklüzal analiz amacıyla dijital yöntemler bağlamında intraoral tarayıcılar (IOS), T-Scan ve OccluSense gibi oklüzal analiz sistemlerinden bahsetmek mümkündür.^{1,5,7}

T-Scan (Tekscan Incorporation, Boston, USA), ilk ve yaygın olarak kullanılan oklüzal analiz sistemidir. Öznel yorumlamaya dayalı oklüzal analiz yöntemlerine alternatif olarak geliştirilmiş objektif ve bilgisayar destekli bir yöntemdir. T-Scan, oklüzal kuvvetlerin güvenilir verilerini elde edebilmek için iletken mürekkeple yapılmış elektronik bir devreye sahiptir. Bu sistem, oklüzal temasları algılayan ve bunları dijital olarak bir ekranda gösteren sensör folyolarından oluşmaktadır. Belirli bir zaman içerisinde nitel verileri dijital ortamda dönüştürerek oklüzal temas kuvvetlerinin kantitatif parametrelerinin değerlendirilmesi ve her segmentteki dengesiz kuvvetlerin düzeltilmesini sağlar. Esnek bir sensör sayesinde basıncı algılayabilmekte ve toplanan verileri bilgisayara göndererek temasları sezgisel olarak yorumlayabilmektedir. Her biri farklı bir kuvvet yoğunluğunu temsil eden belirli bir renk aralığına sahip renkler bir haritada temsil edilir. Tüm temaslar aynı zamanda yüzdelik sayı ile belirtilir.^{8,9} Geleneksel yöntemlere göre öznel yorumlanın ortadan kaldırılması önemli bir avantaj olarak değerlendirilebilir.^{1,6,10} Diş ilişkilerini kaydetmek için geliştirilen diğer bir oklüzal analiz sistemi de OccluSense (Dr. Jean Bausch, GmbH & Co KG, Köln, Almanya)'dir. İlk olarak 2019 yılında kablosuz olarak tanıtılmıştır. El cihazına yerleştirilen ve verileri kaydedip OccluSense-iPad-App'e (Apple Inc., Cupertino, CA, ABD) ileten, artikülasyon kağıdıyla kaplı bir sensörden oluşur. Oklüzal kuvvetin dağılımı ve yoğunluğunun yanı sıra diş temasının kesin anını da kaydetmesi geleneksel yöntemlere göre farklılığını ortaya koymaktadır. Bununla birlikte intraoral tarayıcılar ve OccluSense klinik iş akışını iyileştirmek için kullanılan dijital cihazlar olmasına rağmen, statik ve dinamik oklüzal ilişkiyi kaydetme ve analiz etme güvenilirlikleri ise hala belirsizdir.⁷

Oklüzal analiz, dişler arasındaki ilişkinin yanı sıra çiğneme sistemini oluşturan periodontal dokular, nöromüsküler sistem, kaslar, temporomandibular eklem ve kraniyofasiyal kemikler de dahil tüm bileşenlerin uyumlu şekilde çalışmasını içerir. Oklüzal analizi için kullanılan teknolojik cihazlar sayesinde öznel yorumların ortadan kaldırılmış olması geleneksel yöntemlere göre teşhis ve tedavinin doğruluğunu artırmıştır. Bu sayede restorasyonlar için tasarım süreci daha yakından takip edilip, hastanın ihtiyacına yönelik doğru oklüzal uyumlamalar kolaylıkla yapılabilir. Aynı zamanda bu durum birçok işlem için gereken süreyi de kısaltmaktadır.

Literatürde oklüzal analiz yöntemlerinin karşılaştırılmasına ilişkin çalışmalar sınırlı olup bu konuda güncel çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmanın amacı, oklüzyon analizi için kullanılan geleneksel ve dijital yöntemlerin geçerliliğini ve güvenilirliğini karşılaştırmalı olarak değerlendirmektir.

Gereç ve Yöntem

Çalışma kapsamındaki literatür taraması PubMed ve Google Scholar veri tabanlarında gerçekleştirilmiştir. Veri tabanlarında “occlusal analysis in natural dentition”, “conventional occlusal analysis”, “digital occlusal analysis”, “effectiveness of occlusal analysis methods” gibi anahtar kelimeleri ile arama işlemi yapılmış ve ilgili makaleler taranmıştır. Özellikle 2020-2026 yıllarına ait çalışmalara öncelik verildi. 35 adet çalışma arasından sistematik derlemeleri ve özgün araştırmaları içeren 10 adet makale değerlendirmeye dahil edildi. Dahil edilme kriterleri olarak; eksiksiz makaleler, ingilizce makaleler, geleneksel dijital oklüzal analiz yöntemleri ile dijital analiz oklüzal yöntemlerinin karşılaştırılmalı makaleleri, konu ile ilgili yapılmış sistematik derleme makaleleri, özgün araştırma makaleleri göz önünde bulundurulurken, vaka olgu raporları, ayrıntı vermeyen kısa bildirimler, güncelliğini korumayan makaleler ise dışlama kriterleri kapsamında değerlendirilmiştir.

Seçilen makaleler standart bir sistematik protokole göre sınıflandırılmamış, söz konusu derleme tek bir araştırmacı tarafından yapılmış ve çalışma yönetsel farklılıklar ve karşılaştırmaya dayalı bulguları sentezlemek üzerine gerçekleştirilmiştir. Bu derleme makalesi herhangi bir insan veya hayvan üzerinde deneysel bir çalışma içermediğinden etik kurul onayı gerektirmemektedir.

Bulgular

Literatür incelendiğinde oklüzal temasların işaretlenmesi için çeşitli yöntemlerin tanımlandığı ve bu yöntemlerin doğruluğu ve güvenilirliği üzerine çalışmalar yayınlandığı gözlenmiştir. Bugüne kadar temas noktalarının belirlenmesinde artikülasyon kağıdı, polietilen folyolar, renk pigmentleri ile kaplanmış oklüzal ipek şeritler, metalize oklüzal folyolar, mum şeritler gibi göstergeler kullanılmıştır.^{6,11} Günümüzün dijital çağında bile, artikülasyon kağıdı kullanımı kolay ve etkili olduğu için en sık tercih edilen uygulamalardan birisidir. Artikülasyon kağıdı ile yapılan işaretlemelerde oklüzal yüklerin ölçülemediği bildirilmiştir. Ayrıca bu yöntemde kağıtlar tükürük tarafından tahrip olarak ısırma kuvveti ile yırtılma ve buruşmaya eğilimlidir. Nispeten esnek olmamaları ve genellikle kalın olmaları da dezavantajları olarak ifade edilmiştir.^{2,12} Bazı araştırmacılar, oklüzal temaslar için en iyi malzemenin ipek şeritler olduğunu savunmuşlardır.^{9,12} Ancak ipek şeritlerin de boya bileşenleri kurduğunda işaretleme yeteneklerini kaybettiği ve tükürükten etkilenebildiği görülmüştür.⁷ Oklüzyon analizi için dijital yöntemlerin bu zorluklara bir çözüm sağlayacağı düşünülmüştür.¹¹ Çalışmalar incelendiğinde T-Scan ile yapılan ölçümlerde yüksek güvenilirlik tespit edilmiştir.^{13,14}

Bozhkova ve ark.¹⁵, Lee ve ark.¹⁶ ve Ries ve ark.¹⁷’nın yapmış oldukları in vitro çalışmalar, oklüzal analiz yöntemlerinin güvenilirliğini ve geçerliliğini belirlemek için dijital ve geleneksel yöntemler arasında tekrarlanan ölçüm ve karşılaştırmaları içermektedir. Lee ve ark.¹⁶ T-Scan’ın yüksek güvenilirliğe sahip olduğunu tespit ederken, Saracoglu ve ark.¹² ise T-Scan’ın geleneksel oklüzal yöntemlerden daha az güvenilir olduğunu bildirmişlerdir. Saracoglu ve ark.¹²’nin yapmış oldukları çalışmada T-Scan sistemi hariç tüm kayıt materyalleri, dişlerin durumuna (ıslak veya kuru) bağlı olarak farklı değerler göstermiştir. Bu nedenle oklüzal analizin geleneksel yöntemlerinin daha az güvenilirlik gösterdiği yorumunda bulunmuşlardır. Artikülasyon kağıdı, oklüzal temasların konumlandırılmasında daha fazla doğruluk sağlarken, T-Scan ise temaslardaki tüm dinamik verileri ve değişiklikleri göstermektedir. Bu açıdan en iyi sonuçları elde etmek için her iki yöntemin birleştirilmesi önerilmiştir.⁸ T-scan sisteminin bir diğer avantajı ise implant destekli restorasyonlarda ve diğer protetik restorasyonlardaki kırık oluşma riskinin azalmasıdır.⁵ Bu avantajlarının yanı sıra bu yöntemin oklüzal temasları doğru şekilde konumlandırma yeteneği ise sınırlı olmaktadır. T-Scan sisteminde tekrarlanan vuruşların uygulanmasının hassasiyet kaybına yol açtığı bildirilmiştir.^{12,15} Aynı zamanda temas noktalarının yalnızca dijital şematik ekran ile gösterilmesinden dolayı bilgiyi anatomik-fonksiyonel duruma aktarmayı zorlaştırdığı konusunda eleştiriler de dile getirilmiştir.¹⁴ Bu sınırlamalara alternatif

olarak OccluSense (Dr. Jean Bausch GmbH & Co. KG, Köln, Almanya) üst ve alt çeneler arasında kaydedilen oklüzal temasların dağılımını ve yoğunluğunu göstererek benzersiz bir bakış açısı sunar.¹¹

Bu teknolojilerin yanı sıra intraoral tarayıcılar yardımı ile dişler taranarak oklüzyon üç boyutlu olarak elde edilebilir. CEREC Omnicam (Dentsply Sirona, York, PA, ABD) sistemi, T-Scan ve geleneksel oklüzal analiz yöntemlerinden farklı olarak oklüzyon modu yardımı ile tasarım aşamasında oklüzal ilişkiyi değerlendirme olanağı sunar. Bu yöntem T-Scan sisteminin dezavantajlarını ortadan kaldırarak oklüzal temasların sayısını, konumunu, boyutunu ve dağılımını dijital olarak değerlendirmeyi sağlar.¹⁸ Bununla birlikte literatür incelendiğinde T-Scan sürekli olarak dinamik kuvvet-zamanlama bilgisi ve özellikle arka bölgelerde düşük yoğunluklu temaslara karşı daha yüksek hassasiyet sağlarken, IOS tabanlı sistemler (örneğin, CEREC Omnicam) statik lokalizasyon için -özellikle ön bölgede- daha doğru veriler sunar ancak zamansal ölçümlerden yoksundur.^{10,18,19}

Bozhkova ve ark.¹⁵'nin OccluSense ile hasta üzerinde yaptıkları bir çalışmada maksimum oklüzal ve lateral hareketler tespit edilmiştir. Bu sonuçlar T-Scan ile karşılaştırıldığında benzer sonuçlar elde edilmesine rağmen T-Scan noktasal alanlarda daha iyi sonuçlar vermiştir. OccluSense ise belirli alanların dışında daha geniş oklüzal kuvvet alanlarını göstermiştir. Ayrıca OccluSense'in belirli zamanlarda Wi-Fi bağına kopardığı ve bu nedenle kayıt süresinin uzadığı da bildirilmiştir.

Popa ve ark.¹¹, OccluSense ile yaptıkları çalışmada premolar dişler için her zaman aynı sayıda temas noktası kaydetmişler ve sensör folyosunun yüksek güvenilirliğini göstermeyi başarmışlardır. Aynı zamanda bu çalışmada güvenilirlik molar dişler için güçlü bir etki gösterirken anterior dişler için ise zayıf etki göstermiştir.

Fraile ve ark.²⁰ 8 mikronluk (µm) artikülasyon kağıdı, 100 mikronluk (µm) T-Scan III ve 60 mikronluk (µm) OccluSense kullanarak yapmış oldukları çalışmada oklüzal temasların kaydedilmesinin dijital yöntemle daha güvenilir olduğunu belirtirken, temas alanının büyüklüğünün ve rengin yoğunluğunun yorumlanmasının ise belirsizliğini koruduğunu söylemişlerdir. Bununla birlikte oklüzal temasları kaydetmek için ideal bir yöntemin ise henüz belirlenemediğini bildirmişlerdir.

Wong ve ark.²¹ yapmış oldukları çalışmada statik ve dinamik koşullar altında interdental temasların kaydedilmesi için birden fazla dijital oklüzyon analiz cihazını, artikülasyon kağıdı ile karşılaştırmışlardır. Bu çalışmaya göre dijital sistemlerin daha doğru ve fonksiyonel kayıtlar sağladığı yorumunda bulunmuşlardır.

Jauregi ve ark.²²'nin dijital oklüzal analiz yöntemlerinin hassasiyetini değerlendirmek için yapmış oldukları çalışmada T-Scan için tekrarlanabilirlik ve yeniden üretilebilirliği iyi olarak belirtirlerken, OccluSense için ise zayıf olarak bildirmişlerdir.

Cao ve ark.¹⁸ T-Scan ve Cerec Omnicam sisteminin yüksek doğruluk gösterip göstermediğini değerlendirmek amacı ile oklüzal temas ölçümlerini karşılaştırmışlardır. Çalışmanın sonuçlarına göre Cerec Omnicam sisteminin örtüşme oranının T-scan sisteminden daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir. Bu verilerden yola çıkarak Cerec Omnicam sistemi kullanılarak yapılan oklüzal temas ölçümünün daha yüksek doğruluğa sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Shopova ve ark.²³ intraoral tarayıcı (Trios Standard Pod) ve T-Scan'i karşılaştırmışlardır. Çalışmanın verilerine göre T-Scan'in oklüzal temas alanını ölçmek için güvenilir bir yöntem olduğu, ancak 3B yüzey taraması yapmamasının olumsuz yönü olduğu belirtilmiştir. İntraoral tarayıcıda ise oklüzal temas ölçümünün daha yüksek doğruluğa sahip olduğunu bildirmişlerdir. Her iki yöntemin birlikte kullanılması durumunda daha iyi sonuçların elde edilebileceği yorumunda bulunmuşlardır.

Tartışma

Bu anlatsal derleme çalışması geleneksel ve dijital oklüzal analiz yöntemlerini karşılaştırmayı amaçlamıştır. İncelenen çalışma sonuçlarına göre her iki yönteminde avantaj ve dezavantajlarının olduğu görülmektedir. Çalışma kapsamında dijital oklüzal analiz yönteminin daha objektif ve güvenilir olduğu varsayımında bulunulabilir. Bununla birlikte daha doğru sonuçlar için her iki yöntemin birlikte kullanılması önerilmektedir. Statik ve dinamik oklüzal ilişkileri kaydetmek ve analiz etmek için birçok yöntem ve materyal kullanılmaktadır. Oklüzal durumu analiz etmek için referans yöntem konusunda

fikir birliği henüz bulunmamaktadır. Bununla birlikte, doğru bir teşhis koymak ve oklüzal analizde olası hataları en aza indirmek için yeni aletlerin ve objektif yöntemlerin geliştirilmesi hayati önem taşımaktadır.

Oklüzal analiz konusunda henüz bir altın standart tanımlanmamış olsa da dijital oklüzal analiz yöntemleri değerlendirilip karşılaştırılırken geleneksel bir yöntem olan artikülasyon kağıdı manipülasyonu, hala yaygın olarak kullanılmaktadır.⁷ Yapılan çalışmalarda düşük maliyet ve uygulama kolaylığı nedeni ile artikülasyon kağıdı kullanımının sıklıkla tercih edildiği gözlenmektedir.^{8,20,21} Literatürde oklüzal analiz çalışmalarının çoğunda artikülasyon kağıdının doğruluğu ve sonuçlarının diğer yöntemlerle benzerliği incelenmiştir. Bununla birlikte artikülasyon kağıdının fiziksel zayıflığı ve tekniğin öznel yoruma dayanması hassasiyetinin yüksek olmadığını göstermiştir.⁵

Dijital analiz yöntemlerinden T-Scan sistemi elektronik esnek bir sensör sayesinde basıncı algılar ve her noktanın aldığı basınca göre renklendirilir. Tüm bu temaslar aynı zamanda kuvvet dağılımını gösteren bir yüzde sayısı ile birlikte gösterilir. Prado ve ark.⁸'nin yapmış oldukları çalışmada artikülasyon kağıdı, oklüzal temasların konumlandırılmasında daha fazla doğruluk sağlarken, T-Scan tüm ısırma süresi boyunca temaslardaki dinamik verileri ve değişiklikleri göstermektedir. Bu verilerin ışığında yalnızca artikülasyon kağıdı kullanılarak doğru ve güvenilir oklüzal temasların belirlenmesi mümkün olmayacaktır. Benzer çalışmalar incelendiğinde T-Scan'in tekrarlanabilirliği ve yeniden üretilebilirliği iyi olarak değerlendirilmiştir.^{7,13,22} Bununla birlikte, oklüzal temaslardaki kuvvetleri ölçmedeki güvenilirliğine ilişkin çalışmalar ise oldukça azdır.

OccluSense cihazının tekrarlanabilirliği ve yeniden üretilebilirliği ise kabul edilebilir düzeydedir. Bu parametrelerdeki iyileşme, cihazın T-Scan'a kıyasla önemli ölçüde daha düşük maliyetli olması da göz önünde bulundurulduğunda klinik açıdan önem taşımaktadır.²²

Geleneksel oklüzal analiz yöntemlerine göre dijital yöntemler daha objektif ve güvenilir sonuçlar vermektedir. Çoğu meslek grubundaki gibi diş hekimliğinde de dijital sistemlerin kullanımı son yıllarda önemli gelişmelere yol açmaktadır. Dijital analiz yöntemleri olarak kullanılan sistemlerin avantajlarının yanı sıra zayıf yönleri de bulunmaktadır. Bu bakımdan değerlendirildiğinde klinisyenlerin daha doğru tedaviler gerçekleştirebilmesi ve en iyi sonuçların elde edilmesi için her iki yöntemin birlikte kullanılması önerilebilir. Gelişimlerin avantajlarını değerlendirmek için geleneksel yöntemlerle yeni yöntemleri kıyaslamak gerekmektedir. Literatürde başarı oranlarıyla ilgili ve geleneksel yöntemleri karşılaştıran birçok çalışma bulunmakla birlikte, dijital yöntemlerle ilgili çalışmalar sınırlıdır. Hata olasılığını en aza indiren doğru tanı yöntemlerini sağlamak için yeni cihazlar geliştirilerek veya mevcut cihazlar iyileştirilerek bu alanda daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç

Oklüzyon statik değil, dinamiktir; dolayısıyla kaydedilmesi gerekir. Dijital sistemler gelişmesine rağmen geleneksel oklüzal analiz yöntemleri klinik değerlendirmelerde hala temel araçlar arasında yer almaktadır. Bununla birlikte dijital oklüzal analiz sistemleri ise klinisyenlerin daha doğru tedaviler gerçekleştirmelerini sağlar. En iyi sonuçları elde etmek için ise oklüzal temasların analizi için statik göstergelerden elde edilen bilgiler, dijital oklüzal sistemler gibi dinamik göstergeler ile tamamlanmalıdır.

Kaynaklar

1. Tamam E, SE B. Dijital okluzal analiz yöntemi: T-scan. Özdemir AK, editör: *Protetik Materyaller ve Güncel Uygulamaları*, 2020, 1:63-70.
2. Afrashtehfar KI, Qadeer S. Computerized occlusal analysis as an alternative occlusal indicator. *CRANIO®*, 2016, 34:52-57.
3. Jeong M-Y, Lim Y-J, Kim M-J, Kwon H-B. Comparison of two computerized occlusal analysis systems for indicating occlusal contacts. *The journal of advanced prosthodontics*, 2020, 12: 49.

4. Wiechens B, Brockmeyer P, Wassmann T, Rödiger M, Wiessner A, Bürgers R. Time of day-dependent deviations in dynamic and static occlusion: a prospective clinical study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2024, 132:123-131.
5. Dağtekin AC, Tekin S. Bilgisayarlı Oklüzal Analiz Sistemleri. *Aydın Dental Journal*, 11: 109-116.
6. Jauregi M, Amezua X, Iturrate M, Solaberrieta E. Improving the precision of recordings acquired with digital occlusal analyzers: A dental technique. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2024, 132: 37-41.
7. Manziuc M-M, Savu MM, Almășan O, Leucuța D-C, Tăut M, Ifrim C, Berindean D, Kui A, Negucioiu M, Buduru S. Insights into occlusal analysis: articulating paper versus digital devices. *Journal of Clinical Medicine*, 2024, 13:4506.
8. de Prado I, Iturrate M, Minguez R, Solaberrieta E. Evaluation of the accuracy of a system to align occlusal dynamic data on 3D digital casts. *BioMed Research International*, 2018, 2018: 8079089.
9. Schelb E, Kaiser DA, Brukl CE. Thickness and marking characteristics of occlusal registration strips. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 1985, 54:122-126.
10. Popa AD, Vlăduțu DE, Turcu AA, Târtea DA, Ionescu M, Păunescu C, Stan RS, Mercuț V. Aspects of occlusal recordings performed with the T-Scan system and with the Medit intraoral scanner. *Diagnostics*, 2024, 14:1457.
11. Popa S, Ahlers MO. Contact point marking with the OccluSense system—an in vitro study on reliability and validity. *Journal of Oral Rehabilitation*, 2024, 51: 1662-1674.
12. Saraçoğlu A, Özpinar B. In vivo and in vitro evaluation of occlusal indicator sensitivity. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2002, 88:522-526.
13. Kerstein RB, Radke J. In-vitro consistency testing of the T-Scan 10 relative force measurement system. *Advanced Dental Technologies & Techniques*, 2022: 47-58.
14. Solaberrieta E, Etxaniz O, Otegi JR, Brizuela A, Pradies G. Customized procedure to display T-Scan occlusal contacts. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2017, 117: 18-21.
15. Bozhkova T, Musurlieva N, Slavchev D. Comparative study qualitative and quantitative techniques in the study of occlusion. *BioMed research international*, 2021, 2021: 1163874.
16. Lee W, Kwon H-B, Kim M-J, Lim Y-J. Determination of the reliability and repeatability of a quantitative occlusal analyzer by using a piezoelectric film sensor: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2022, 127:331-337.
17. Ries JM, Grünler C, Wichmann M, Matta R-E. Three-dimensional analysis of the accuracy of conventional and completely digital interocclusal registration methods. *The Journal of prosthetic dentistry*, 2022, 128: 994-1000.
18. Cao R, Xu H, Lin J, Liu W. Evaluation of the accuracy of T-scan system and Cerec Omnicam system used in occlusal contact assessment. *Heliyon*, 2023, 9.
19. Dinçer G, Chamma-Wedemann CN, Dos Reis INR, Da Silva EVF, Çakmak G, Yılmaz B, Sesma N. Comparison of digital technologies for occlusal analysis in dentate arches: A systematic review. *Journal of Dentistry*, 2025: 106114.
20. Fraile C, Ferreiroa A, Romeo M, Alonso R, Pradies G. Clinical study comparing the accuracy of interocclusal records, digitally obtained by three different devices. *Clinical oral investigations*, 2022, 26: 1957-1962.
21. King CW, Chuy V, Laran A, d'Incau E, Naveau A. In vitro comparison of digital occlusal analyzers and articulating paper in static and dynamic occlusion. *Journal of Dentistry*, 2026, 164: 106215.

22. Jauregi M, Amezuza X, Iturrate M, Solaberrieta E. Repeatability and reproducibility of 2 digital occlusal analyzers for measuring the right-and left-side balance of occlusal contact forces: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2024, 132: 179-187.
23. Shopova D, Bakova D, Yordanova S, Yordanova M, Uzunov T. Digital Occlusion Analysis after Orthodontic Treatment: Capabilities of the Intraoral Scanner and T-Scan Novus System. *Applied Sciences*, 2023, 13: 4335.

Yazarlar ve yıl (kaynak)	Çalışma tasarımı	Karşılaştırma	Yöntemler/Sonuç değişkeni	Sonuçlar	153
Bozhkova ve ark. 2021 (15)	In vitro	T-tarama; OF; OP	Frasaco modelleri; Oklüzal temas noktaları	T-tarama yöntemi ağız içi oklüzal temasları belirlemek için kullanılamaz; OF ve OP yöntemleri temasların gücünü değerlendirmek için güvenilir değildir.	
Lee ve ark. 2022 (16)	In vitro	Accura; T-scan Novus	Sınıf içi korelasyon katsayısı	Hem Accura hem de T-scan Novus'un güvenilirliği mükemmeldir.	
Ries ve ark. 2022 (17)	In vitro	IOS; Silikon	3D sapmalar, Frasaco modelleri	IOS, silikon interoklüzal kayıtlarından daha doğrudur.	
Saracoglu ve ark. 2002 (12)	In vitro	AP; folyolar; ipek şeritler; T-Tarama	Oklüzal temas noktaları	Tüm kayıt materyallerinin hassasiyeti çoklu kullanımdan sonra azaldı, T-tarama yönteminin güvenilirliği düşük bulunmuştur.	
Popa ve ark. 2024 (11)	Kesitsel	T-Scan III sistemi; Medit I600 intraoral tarayıcı	Oklüzal temas noktaları	T-Scan III sisteminin güvenilirliği, Medit I600 intraoral tarayıcıya göre daha yüksek bulunmuştur.	
Fraile ve ark. 2022 (20)	Kesitsel	T-tarama; IOS; OF	Oklüzal temas noktaları	Ağız içi tarayıcı ile oklüzal temasların kaydedilmesinde daha yüksek güvenilirlik.	
Wong ve ark. 2026 (21)	In vitro	3 IOS	Oklüzal bozulmalar	Trios Color en az, True Definition Scanner ise en fazla bozulmayı göstermiştir.	
Jauregi ve ark. 2024 (22)	In vitro	T-Tarama; OccluSense	Tekrarlanabilirlik ve yeniden üretilebilirlik	T-Scan'in güvenilirliği OccluSense'e göre daha üstündür, ancak ikincisinin performansı modifikasyonlarla iyileştirilebilir bulunmuştur.	
Cao ve ark. 2023 (18)	Kesitsel	T-tarama; IOS; OF	Oklüzal temas noktaları; OCA maksimum ısıрма kuvveti	IOS, interkuspal pozisyonda oklüzal temas değerlendirmesi için T-scan'den daha doğrudur. T-scan, premolar ve molar bölgelerde iyi tekrarlanabilirlik gösterirken, ön bölgede düşük tekrarlanabilirlik göstermektedir.	
Shapova ve ark. 2023 (23)	Kesitsel	T-Scan Novus; Trios Standard Pod	Tekrarlanabilirlik ve yeniden üretilebilirlik	T-Scan'in oklüzal temas alanını ölçmek için güvenilirdir. İntraoral tarayıcıda ise oklüzal temas ölçümünün daha yüksek doğruluğa sahiptir.	
Manziuc ve ark. 2024 (7)	Kesitsel	AF; IOS; Occlusense	Temas noktaları	Her iki dijital sistem de oklüzal temasları tespit etmiş, ancak AP özellikle arka bölgelerde daha fazla temas bulmuştur. Oklüzal temas kaydı için ideal bir yöntem henüz mevcut olmadığı bildirilmiştir.	

Presentation ID / Sunum No= 53

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: /0000-0002-1752-9619

Neurological Correlates of Migraine-Related Disability and Self-Concept in Late Adolescence: Illness Cognition and Neuroticism as Mediators

154

Assistant Professor Esra DEMİR ÜNAL¹

¹Department of Neurology, Ankara Yıldırım Beyazıt University Medical Faculty,
Ankara Bilkent City Hospital Neurology Clinic, Ankara, 06000, Turkey,
00903125872500, Email: md.esrademir@gmail.com.

Abstract

Background: Late adolescence represents a critical period for identity consolidation and the transition to adulthood. Migraine-related disability, as measured by the Pediatric Migraine Disability Assessment (PedMIDAS), may substantially disrupt this developmental process. This study investigates the multidimensional relationships among migraine severity, trait neuroticism, illness cognition (helplessness and acceptance), and global self-esteem. **Methods:** A cohort of 45 late adolescents, identified through literature-informed criteria, was analyzed. All participants met the International Classification of Headache Disorders, 3rd edition (ICHD-3) diagnostic criteria. Clinical assessments included monthly migraine attack frequency, the Visual Analog Scale (VAS), and PedMIDAS. Psychometric measures comprised the Big Five Inventory (BFI-Neuroticism), Illness Cognition Questionnaire (ICQ), and Rosenberg Self-Esteem Scale (RSES). Statistical analyses included Spearman's correlations with Bonferroni correction and a bootstrap-based mediation model (5,000 resamples) to assess whether ICQ-Helplessness mediates the relationship between migraine frequency and self-esteem. **Results:** The mean age of participants was 19.4±1.2 years, with 73.3% identifying as female. The cohort reported moderate-to-severe disability (mean PedMIDAS: 42.6±18.4). A significant negative correlation was observed between PedMIDAS and RSES ($r = -0.46$, $p < 0.001$). Multivariable ordinary least squares (OLS) regression identified BFI-Neuroticism ($\beta = -0.42$, $p = 0.004$) and ICQ-Helplessness ($\beta = -0.38$, $p = 0.009$) as the strongest predictors of self-esteem, accounting for 51% of the total variance. ICQ-Helplessness significantly mediated the relationship between migraine frequency and lower self-esteem (indirect effect: -0.24 , 95% CI $[-0.41, -0.09]$), whereas ICQ-Acceptance functioned as a psychological buffer. **Conclusion:** These findings suggest that, among late adolescents, cognitive appraisal of helplessness and trait neuroticism are more predictive of low self-esteem than physical pain intensity. Consequently, therapeutic interventions should extend beyond pharmacological management to incorporate acceptance-based cognitive strategies, thereby supporting the self-concept of young individuals with migraine during their transition to independent adulthood.

Keywords: Adolescent Neurology, Illness Cognition, Migraine, Neuroticism, Pedmidas, Self-Esteem

Background: Late adolescence is a critical developmental window characterized by identity consolidation and the transition toward independent adult roles. Migraine and recurrent pain syndromes may substantially disrupt this normative process by impairing academic performance, social interaction, and self-efficacy beliefs. In clinical practice, the Pediatric Migraine Disability Assessment (PedMIDAS) is widely utilized to quantify functional limitations. While existing literature indicates that the nociceptive burden of migraine erodes self-concept in adolescents, multidimensional models explaining whether this relationship is direct or mediated through cognitive and affective mechanisms are lacking. Elucidating the mediating roles of illness cognition and personality traits is a clinical necessity for developing holistic therapeutic strategies to safeguard adolescent identity development. The primary objective of this study was to examine the relationships between functional disability, attack frequency, and pain intensity with global self-esteem in late adolescents with migraine. Specifically, the study aimed to test the direct, mediating, and moderating roles of trait neuroticism and illness cognitions within a mechanistic model.

Materials and Methods: The study was designed as a single-center, observational, cross-sectional cohort study conducted based on the International Classification of Headache Disorders, 3rd edition (ICHD-3) criteria. The cohort consisted of 45 consecutive 15-25-year-old adolescent migraine patients. Inclusion criteria were a disease history of at least 6 months, active attack reports within the last 3 months, and the capacity to complete questionnaires independently. Exclusion criteria included other primary central nervous system pathologies, developmental delays, and unstable psychiatric comorbidities. Clinical phenotyping was performed through structured neurological anamnesis and headache diaries. Pain intensity was measured using a 0–10 cm Visual Analog Scale (VAS), and quantitative functional loss over the past 3 months was assessed using the PedMIDAS. Psychometric inventories included the Rosenberg Self-Esteem Scale (RSES) for global self-esteem, the Big Five Inventory (BFI-Neuroticism) for personality traits, and the Illness Cognition Questionnaire (ICQ) subscales of "Helplessness" and "Acceptance" for cognitive representations of the disease. Statistical analyses followed a pre-specified protocol. Bivariate relationships were tested using Spearman's rank correlation with Bonferroni correction. A Multivariate Ordinary Least Squares (OLS) Regression Model was constructed to isolate independent predictors of RSES variance, with multicollinearity ruled out via Variance Inflation Factor (VIF) statistics (<2.5). The indirect effect of ICQ-Helplessness was tested using the bootstrap method, while the buffering effect of ICQ-Acceptance was examined through simple slopes analysis within a moderation framework ($\alpha=0.05$).

Results: The demographic analysis revealed a mean age of 19.4 ± 1.2 years, with 73.3% ($n=33$) of the sample being female. Clinical assessment indicated a moderate-to-severe functional disability index (Mean PedMIDAS = 42.6 ± 18.4) (Table 1). Bonferroni-corrected analyses showed a significant negative correlation between PedMIDAS and global self-esteem ($r = -0.46, p < 0.001$). The multivariate OLS regression model accounted for 51% of the variance in self-esteem (adj. $R^2 = 0.51$). As shown in Table 2A, BFI-Neuroticism ($\beta = -0.42, p = 0.004$) and ICQ-Helplessness ($\beta = -0.38, p = 0.009$) emerged as the independent and strongest negative predictors. Notably, clinical parameters such as PedMIDAS and VAS (pain intensity) lost their statistical significance when entered into the simultaneous multivariate model (Table 2A). Bootstrap-based mediation analysis identified a significant indirect effect in the "Migraine Frequency $\rightarrow$ ICQ-Helplessness $\rightarrow$ RSES" pathway (Indirect effect = -0.24 ; 95% CI [$-0.41, -0.09$]), as detailed in Table 2B. Additionally, moderation analysis revealed a significant interaction between "ICQ-Acceptance $\times$ Migraine Burden" ($p < 0.05$). Simple slopes analysis confirmed that the negative impact of migraine burden on RSES was significantly attenuated in individuals with high illness acceptance (Table 2B).

Discussion: The findings of this study demonstrate that in a late adolescent migraine cohort, affective reactivity (neuroticism) and illness cognitions (helplessness/acceptance) are the primary determinants of self-esteem rather than somatic parameters. The initial negative correlation between PedMIDAS and RSES ($r = -0.46$) is consistent with classical literature suggesting that migraine-related functional loss disrupts adolescent self-evaluation [1, 2]. However, this relationship was superseded by cognitive-emotional mechanisms when entered into the multivariate model. The loss of predictive power for pain intensity and functional disability (PedMIDAS) in the OLS model (adj. $R^2=0.51$) indicates that the

primary driver of self-esteem erosion is not the pain itself, but rather the patient's perception of the condition as an uncontrollable threat against a backdrop of high neuroticism [3]. This explains how the cycle of neuroticism, characterized by hypervigilance and somatosensory amplification, undermines self-efficacy beliefs [4]. Mechanistic analysis via bootstrap mediation confirmed that high attack frequency does not directly lower self-esteem, but rather creates a learned helplessness within the cognitive schema, leading to an indirect decline (indirect effect = -0.24) [5]. Furthermore, the significant buffering effect of ICQ-Acceptance provides a critical therapeutic window. The process of active acceptance fosters psychological flexibility, enabling the continuation of value-based behaviors despite pain and thereby preserving identity integration [6]. Methodological strengths of our study include the simultaneous analysis across multiple clinical and psychometric levels and the use of bootstrap estimators that are robust to violations of normality. Future research should utilize multi-source validation [7]. From a clinical perspective, these results suggest that prophylactic pharmacotherapy targeting only attack frequency is insufficient. Integrating psychometric screening into routine practice will enable early detection of high-risk patients. Incorporating Cognitive Behavioral Therapy (CBT) or Acceptance and Commitment Therapy (ACT) into treatment algorithms is essential for supporting adolescents' self-concept during their transition to adulthood [8].

Conclusion: In late adolescents with migraine, trait neuroticism and illness helplessness are stronger predictors of low global self-esteem than physical pain intensity. While helplessness acts as a critical mediator between attack frequency and self-esteem loss, illness acceptance serves as a powerful moderator (buffer) against this psychosocial damage. In multidisciplinary clinical management, integrating acceptance-based psychological interventions alongside pharmacotherapy is mandatory to preserve the identity development and long-term functionality of adolescents.

Reference

1. Hershey AD, Powers SW, Vockell AL, LeCates SL, Kabbouche MA, Maynard MK. PedMIDAS: development of a questionnaire to assess disability of migraines in children. *Neurology*. 2001;57(11):2034-2039. <https://doi.org/10.1212/WNL.57.11.2034>
2. Rosenberg M. *Society and the Adolescent Self-Image*. Princeton, NJ: Princeton University Press; 1965. <https://doi.org/10.1515/9781400876136>
3. John, O. P., & Srivastava, S. (1999). The Big Five Trait taxonomy: History, measurement, and theoretical perspectives. In L. A. Pervin & O. P. John (Eds.), *Handbook of personality: Theory and research* (2nd ed., pp. 102–138). Guilford Press.
4. Erikson EH. *Identity: Youth and Crisis*. New York: W. W. Norton & Company; 1968.
5. Evers AWM, Kraaimaat FW, van Lankveld W, Jongen PJH, Jacobs JWG, Bijlsma JWI. Beyond unfavorable thinking: the Illness Cognition Questionnaire for chronic diseases. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*. 2001;69(6):1026-1036. <https://doi.org/10.1037/0022-006X.69.6.1026>
6. McCracken, L. M., & Vowles, K. E. (2014). Acceptance and commitment therapy and mindfulness for chronic pain: Model, process, and progress. *American Psychologist*, 69(2), 178–187. <https://doi.org/10.1037/a0035623>
7. Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS). The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition. *Cephalalgia*. 2018;38(1):1-211. <https://doi.org/10.1177/0333102417738202>
8. Sullivan, Mark D.; Howe, Catherine Q. Opioid therapy for chronic pain in the United States: Promises and perils. *Pain*. 2013;154:S94-S100. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2013.09.009>

Table 1: Descriptive characteristics and correlation with self-esteem

Variable	Value (Mean $\pm$ SD) or %	Correlation with RSES (r)	p-value
Age	19.4 $\pm$ 1.2	-0.12	425
Gender (Female)	73.3%	-0.08	612
Attack Frequency	6.8 $\pm$ 3.2	-0.34	22
Pain Intensity (VAS)	7.4 $\pm$ 1.5	-0.29	58
PedMIDAS (Disability)	42.6 $\pm$ 18.4	-0.46	<0.001
BFI-Neuroticism	3.8 $\pm$ 0.9	-0.58	<0.001
ICQ-Helplessness	24.2 $\pm$ 6.1	-0.52	<0.001
ICQ-Acceptance	21.8 $\pm$ 5.4	0.39	8

Table 2: Multivariate predictors of self-esteem and path analyses

A. Multivariate OLS Regression Model (Radj2 =0.51)

Independent Variable	Standardized β	t-value	p-value	VIF
BFI-Neuroticism	-0.42	-3.08	4	1.42
ICQ-Helplessness	-0.38	-2.75	9	1.58
PedMIDAS	-0.14	-1.12	268	1.32
Monthly Attack Frequency	-0.09	-0.78	438	1.21
Pain Intensity (VAS)	-0.05	-0.42	675	1.15

B. Mediation & Moderation Analysis

Mechanism	Path / Interaction	Effect Coefficient	95% CI (Confidence Interval)
Mediation	Attack Frequency $\rightarrow$ Helplessness $\rightarrow$ RSES	-0.24	[-0.41,-0.09]
Moderation	Migraine Burden $\times$ ICQ-Acceptance	0.31	[0.12,0.48]

Presentation ID / Sunum No= 55

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-3829-4978

İrritabl Bağırsak Sendromu Olan Çocuklarda Beslenme, Yaşam Tarzı ve Antibiyotik Maruziyeti

158

Inst. Gül Çirkin¹

¹Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Özet

Giriş: Pediatrik iritabl bağırsak sendromu (IBS), multifaktöriyel etiyolojiye sahip yaygın bir fonksiyonel gastrointestinal bozukluktur. Katkıda bulunan faktörler arasında genetik yatkınlık, sağlıklı beslenme alışkanlıkları, psikosozal stresörler, sedanter yaşam tarzı ve bağırsak mikrobiyota dengesini bozabilen sık antibiyotik kullanımı yer almaktadır. Yöntemler: Bu kesitsel çalışmaya, Roma IV kriterlerine göre IBS tanısı alan 8–18 yaş arası 75 çocuk dahil edilmiştir. Veriler, demografik bilgiler, beslenme ve yaşam tarzı özellikleri, antibiyotik kullanımı ve önceki tedavi yanıtlarını kapsayan yapılandırılmış anketler aracılığıyla toplanmıştır. Semptom şiddeti ile ilişkiler istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Bulgular: Katılımcıların %68'i IBS ile ilişkili semptomlar nedeniyle yılda dört veya daha fazla hastane başvurusu yaptığını bildirmiştir. En sık görülen yakınma konstipasyon olup (%68), işlenmiş gıdaların (hazır noodle ve fast food gibi) sık tüketimi yaygındı. Katılımcıların %40'ı yılda üç veya daha fazla kez antibiyotik kullandığını bildirmiştir. Probiyotik kullanım oranı %60 olmasına rağmen, yalnızca %6,7'sinde semptomlarda düzelme gözlenmiştir. Trimebutin maleat, olguların %16,2'sinde iyileşme ile ilişkilendirilmiştir. Antidepresanlar özellikle depresyon sonrası anksiyetesi olan çocuklarda yüksek etkinlik göstermiştir. Kombinasyon tedavisi uygulanan olgu bulunmamıştır. Sonuç: Pediatrik IBS, değiştirilebilir beslenme ve yaşam tarzı faktörleri, psikosozal stresörler ve tekrarlayan antibiyotik kullanımı ile ilişkilidir. Bulgularımız, beslenme düzenlemesi, psikolojik destek ve farmakolojik tedavileri entegre eden multidisipliner ve kişiselleştirilmiş tedavi stratejilerine olan ihtiyacı vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Pediatrik İrritabl Bağırsak Sendromu, Sağlıksız Beslenme, Antibiyotik Kullanımı, Yaşam Tarzı

Diet, Lifestyle, and Antibiotic Exposure in Children With Irritable Bowel Syndrome

Abstract

Background: Pediatric irritable bowel syndrome (IBS) is a prevalent functional gastrointestinal disorder with multifactorial etiology. Contributing factors include genetic predisposition, suboptimal dietary habits, psychosocial stressors, sedentary behavior, and frequent antibiotic exposure, which may disrupt gut microbiota homeostasis. Methods: This cross-sectional study included 75 children aged 8–18 years diagnosed with IBS based on Rome IV criteria. Data were collected via structured questionnaires

covering demographic information, dietary and lifestyle patterns, antibiotic use, and previous treatment responses. Associations with symptom severity were statistically evaluated. Results: Among participants, 68% reported four or more annual hospital visits for IBS-related symptoms. Constipation was the predominant complaint (68%). Frequent intake of processed foods such as instant noodles and fast food was common. Forty percent reported using antibiotics three or more times annually. Despite a 60% probiotic usage rate, only 6.7% experienced symptom relief. Trimebutine maleate was associated with improvement in 16.2% of cases. Antidepressants were highly effective, particularly among children with post-earthquake anxiety. No combination therapies were documented. Conclusion: Pediatric IBS is influenced by modifiable dietary and lifestyle factors, psychosocial stressors, and recurrent antibiotic use. Our findings underscore the need for multidisciplinary, personalized therapeutic strategies integrating nutrition, psychological support, and pharmacological interventions.

Keywords: Pediatric Irritable Bowel Syndrome, Poor Diet, Antibiotic Use, Lifestyle

Giriş

İrritabl bağırsak sendromu (IBS), pediatrik popülasyonda sık görülen ve yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyen fonksiyonel bir gastrointestinal hastalıktır. Kronik ve tekrarlayıcı gastrointestinal semptomlarla karakterizedir; bunlar arasında karın ağrısı, şişkinlik, kabızlık ve ishal yer almaktadır (1,2). Pediatrik IBS'nin kesin patogenezi tam olarak açıklanamamış olmakla birlikte, genetik yatkınlık, çevresel faktörler, beslenme alışkanlıkları ve psikolojik stres önemli katkıda bulunan faktörler olarak kabul edilmektedir (3). Özellikle stres, anksiyete bozuklukları, aile içi çatışmalar ve akademik zorluklar semptomları artıran faktörler olarak sık bildirilmiştir (4). Ayrıca çocukluk dönemindeki sağlıklı beslenme alışkanlıkları ve yetersiz fiziksel aktivite bağırsak fonksiyonlarını doğrudan etkileyerek IBS semptomlarının gelişimine ve devamına katkıda bulunabilir (5).

Çocuklarda IBS yönetimi, semptomların yalnızca fizyolojik değil aynı zamanda psikosozal ve davranışsal bileşenler içermesi nedeniyle erişkinlere kıyasla daha zordur. Diyet düzenlemeleri, farmakolojik tedaviler ve psikosozal müdahaleler dahil olmak üzere çeşitli tedavi yaklaşımları araştırılmış olsa da, bu yöntemlerin etkinliği değişken olup çoğu zaman hastaya özgüdür (6).

Bu çalışmada, IBS tanısı almış çocuklarda demografik özellikler, klinik bulgular, beslenme alışkanlıkları ve semptomları artıran faktörler ayrıntılı olarak incelenmiştir. Amaç, pediatrik IBS'de semptom yükünü artıran temel faktörleri belirlemek ve bireyselleştirilmiş etkili tedavi stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabilecek veriler elde etmektir.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışma Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Etik Kurulu tarafından onaylanmıştır (Karar No: 2025/05-27; Tarih: 12/06/2025). Tüm katılımcılardan ve yasal vasilerinden yazılı bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

Rome IV tanı kriterlerine göre iritabl bağırsak sendromu tanısı almış 8–18 yaş arası toplam 75 çocuk bu kesitsel çalışmaya dahil edilmiştir. Tüm katılımcılar Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi Çocuk Gastroenteroloji Bölümü'nde takip edilmekteydi.

Veriler, eğitimli bir klinisyen tarafından yüz yüze uygulanan yapılandırılmış bir anket aracılığıyla toplanmıştır. Ankette demografik özellikler (yaş, cinsiyet), ailede gastrointestinal veya nörolojik hastalık öyküsü (örneğin IBS veya migren), beslenme alışkanlıkları (fast-food tüketim sıklığı, düzenli öğün alışkanlıkları), yaşam tarzı davranışları (fiziksel aktivite düzeyi, günlük sosyal medya kullanım süresi) ve IBS ile ilişkili semptomlar (karın ağrısı, kabızlık, ishal, defekasyon sonrası rahatlama) değerlendirilmiştir. Ayrıca akademik stres, aile içi sorunlar ve depresyonla ilişkili anksiyete gibi potansiyel semptom tetikleyicileri de kaydedilmiştir. Ankette ayrıca probiyotikler, trimebutin maleat ve antidepresanlar dahil olmak üzere daha önce kullanılan tedavi yöntemleri ve bu tedavilere ilişkin algılanan etkinlik de sorgulanmıştır.

Anket formu araştırma ekibi tarafından mevcut literatür ve klinik deneyime dayanarak hazırlanmıştır. Resmi bir geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmamış olmakla birlikte içerik geçerliliği uzman görüş birliği ile sağlanmıştır.

İstatistiksel analizler IBM SPSS Statistics for Windows sürüm 25.0 kullanılarak yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistikler (ortalama, standart sapma, frekans) verilerin özetlenmesi için kullanılmıştır. Kategorik değişkenler arasındaki ilişkiler Ki-kare testi ile analiz edilmiştir. Sürekli veya ordinal değişkenler arasındaki ilişkiler Pearson veya Spearman korelasyon analizleri ile değerlendirilmiştir. $p < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Tartışma

Bulgularımız, pediatrik IBS'nin çok faktörlü bir etiyolojiye sahip olduğunu ve semptomların ortaya çıkışı ile tedaviye yanıt açısından bireyler arasında belirgin farklılıklar bulunduğunu desteklemektedir. Çalışmamızda ailede migren ve IBS öyküsünün yüksek oranlarda görülmesi, genetik veya ailesel bir yatkınlık olasılığını düşündürmektedir. Bu durum, IBS'nin aile içinde kümelenme gösterebildiğini ve bunun hem genetik hem de çevresel faktörlerin ortak etkisini yansıtabileceğini bildiren önceki çalışmalarla uyumludur (5,6).

Çalışma grubumuzda kabızlık en sık görülen semptom olarak saptanmış ve çocukların çoğunda defekasyon sonrası semptomlarda rahatlatma bildirilmiştir. Bu bulgular, pediatrik popülasyonda sıklıkla gözlenen kabızlık baskın IBS alt tipi (IBS-C) ile uyumludur ve bu alt tipin yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyebildiği bilinmektedir (7,8).

Katılımcılar arasında sağlıklı beslenme alışkanlıklarının yaygın olduğu da dikkat çekmiştir. Özellikle hazır noodle ve fast-food gibi düşük maliyetli işlenmiş gıdaların sık tüketilmesi yaygın olarak bildirilmiştir. Bu bulgu, düşük besin kalitesine sahip diyetlerin bağırsak mikrobiyotasını bozarak ve intestinal inflamasyonu artırarak IBS semptomlarını şiddetlendirebileceğini gösteren literatür ile uyumludur (8,9). Ayrıca örneklemimizde sık gözlenen sedanter yaşam tarzı ve uzun süreli sosyal medya kullanımı da IBS semptomlarını artırabilen faktörler olarak giderek daha fazla tanımlanmaktadır (10).

Çalışmamızın dikkat çekici bulgularından biri de psikososyal stresörlerin rolüdür. Akademik performans stresi, aile içi sorunlar ve depresyon ilişkili anksiyete en sık bildirilen semptom tetikleyicileri arasında yer almıştır. Bu gözlemler, IBS patogenezinde bağırsak-beyin ekseninin önemini vurgulamakta ve stres yönetiminin tedavi stratejilerinin temel bileşenlerinden biri olması gerektiğini göstermektedir (11–13).

Tedavi etkinliği açısından yapılan karşılaştırmalı analizde, antidepresanların probiyotikler ve trimebutin maleat kıyasla IBS semptomlarını azaltmada anlamlı derecede daha etkili olduğu görülmüştür ($p < 0.001$; Tablo 3). Antidepresan kullanımı, psikiyatrik ilaçlara yönelik çekinceler nedeniyle hasta ve ailelerin ikna edilmesini gerektirmiş olsa da, bu ilaçları kullanan tüm çocuklar belirgin semptom rahatlatması bildirmiştir. Özellikle 2023 Türkiye depremi sonrasında artan anksiyete yaşayan çocuklarda bu etkinin daha belirgin olduğu gözlenmiştir. Literatürde de IBS hastalarında eşlik eden anksiyete veya depresyon varlığında SSRI'ların bağırsak-beyin eksenindeki merkezi ve periferik mekanizmaları modüle ederek fayda sağlayabileceği belirtilmektedir (13). Bununla birlikte, küçük örneklem büyüklüğü ve kontrol grubunun bulunmaması nedeniyle bu bulguların genellenebilirliği sınırlıdır ve daha geniş pediatrik kohortlarda yapılacak kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

Buna karşılık probiyotik kullanımının sınırlı fayda sağladığı görülmüştür; kullanıcıların yalnızca %6.8'i semptomlarda iyileşme bildirmiştir. İlginç olarak probiyotiklerin etkisi özellikle ishal baskın IBS (IBS-D) alt grubunda daha belirgin bulunmuştur. Bu durum, çoklu suş içeren probiyotiklerin IBS-D olgularında daha etkili olabileceğini bildiren önceki çalışmalarla uyumludur (11). Ancak çalışmamızdaki hastaların çoğunda IBS-C bulunması ve çoğunlukla tek suş içeren probiyotiklerin kullanılması sınırlı yanıt oranını açıklayabilir.

IBS tedavisinde yaygın kullanılan spazmolitik ajanlardan biri olan trimebutin maleat ise çalışmamızda sınırlı bir fayda göstermiştir (%16.2). Bu durum büyük ölçüde hastaların ilacı düzensiz kullanmasına bağlı olabilir. Literatürde trimebutin ile probiyotiklerin kombinasyonunun semptom kontrolünü artırabileceğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır; ancak çalışmamızdaki hastalarda bu tür kombinasyon tedavileri gözlenmemiştir (12).

Antibiyotik kullanımı da çalışmamızda dikkat çeken bir diğer faktördür. Katılımcıların %40'ı yılda üç veya daha fazla kez antibiyotik kullandığını bildirmiştir. Sık antibiyotik kullanımı bağırsak mikrobiyotasında disbiyozise yol açabilir ve bu durum IBS gelişimi veya semptomlarının şiddetlenmesi ile ilişkilendirilmiştir. Çalışmamızda mikrobiyota analizi yapılmamış olsa da, sık antibiyotik kullanımı ile artmış semptom yükü arasındaki ilişki önceki çalışmaların bulgularını desteklemektedir (14–17).

Semptom şiddeti ile potansiyel tetikleyiciler arasındaki ilişki incelendiğinde sağlıklı beslenme, sık antibiyotik kullanımı ve psikolojik stres varlığında yüksek semptom şiddeti oranları saptanmıştır (%76.0, %66.7 ve %70.2). Bununla birlikte bu ilişkiler istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p=0.596$). Bu durumun birkaç nedeni olabilir.

İlk olarak, nispeten küçük örneklem büyüklüğü ($n=75$) özellikle alt grup analizlerinde istatistiksel gücü sınırlamış olabilir. İkinci olarak semptom şiddeti standartlaştırılmış ve valide edilmiş bir ölçek yerine öz bildirimlere dayanarak değerlendirilmiştir ve bu durum ölçüm değişkenliğine yol açabilir. Üçüncü olarak birçok hastada birden fazla risk faktörünün eş zamanlı bulunması tek bir faktörün bağımsız etkisinin ortaya konmasını zorlaştırmış olabilir.

Bu bulgular IBS'nin tek bir baskın faktör tarafından değil, biyolojik, psikolojik ve çevresel bileşenlerin karmaşık etkileşimi sonucunda ortaya çıktığını desteklemektedir.

Son olarak IBS'li çocuklarda sağlık hizmeti kullanımının yüksek olması dikkat çekicidir. Katılımcıların %68'i IBS ile ilişkili semptomlar nedeniyle yılda dört veya daha fazla kez sağlık kuruluşuna başvurduğunu bildirmiştir. Benzer bulgular özellikle ABD'de yapılan çalışmalarda da bildirilmiş ve IBS'nin hem doğrudan hem de dolaylı sağlık maliyetlerine önemli katkıda bulunduğu gösterilmiştir (18).

Bulgularımız, Hawa ve arkadaşlarının yakın tarihli derlemesi ile de uyumludur. Bu derleme pediatrik IBS alanında yüksek kaliteli çalışmaların sınırlı olduğunu vurgulamakta ve valide edilmiş semptom şiddeti ölçeklerinin kullanıldığı daha büyük, prospektif kohort çalışmalarına ihtiyaç olduğunu belirtmektedir (19).

Kısıtlılıklar

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. İlk olarak örneklem büyüklüğü nispeten küçüktür ($n=75$) ve bu durum özellikle IBS-D gibi alt grup analizlerinde ve çok değişkenli modellerde istatistiksel gücü azaltmıştır. Bu nedenle klinik olarak anlamlı bazı ilişkiler istatistiksel anlamlılık düzeyine ulaşmamış olabilir (tip II hata).

İkinci olarak bu çalışma tek merkezli ve kesitsel tasarıma sahiptir. Bu durum bulguların genellenebilirliğini sınırlamakta ve nedensel ilişkilerin kurulmasına izin vermemektedir. Gelecekte yapılacak çalışmaların çok merkezli pediatrik kohortları içermesi ve yeterli örneklem büyüklüğünü sağlamak için önceden güç analizi yapılması önerilmektedir.

Üçüncü olarak çalışmada kullanılan anket araştırmacılar tarafından geliştirilmiş olup resmi bir geçerlilik ve güvenilirlik çalışmasından geçmemiştir. İçerik geçerliliği uzman görüşleri ile desteklenmiş olsa da psikometrik doğrulamanın bulunmaması bulguların genellenebilirliğini sınırlayabilir. Gelecek çalışmalarda IBS Symptom Severity Score (IBS-SSS) gibi standart ve valide edilmiş ölçeklerin kullanılması önerilmektedir.

Sonuç

Sonuç olarak bulgularımız pediatrik IBS'nin çok boyutlu bir hastalık olduğunu ve bireyselleştirilmiş tedavi yaklaşımlarının önemini desteklemektedir. Tedavi stratejileri farmakolojik tedavilerin yanı sıra yaşam tarzı düzenlemelerini ve psikolojik faktörlerin yönetimini de içermelidir. Özellikle belirgin anksiyete veya stres tetikleyicileri bulunan hastalarda antidepresanlar faydalı olabilir.

Bu bulguların doğrulanması ve kişiselleştirilmiş tedavi stratejilerinin geliştirilmesi için daha geniş pediatrik kohortları içeren prospektif ve girişimsel çalışmalara ihtiyaç vardır.

Presentation ID / Sunum No= 103

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0001-9801-3181

Ergenlerde Elektronik Sigara Kullanımını Etkileyen Sosyodemografik Faktörler

163

Dr. Sinem Can Oksay¹

¹Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları ABD, Çocuk Göğüs Hastalıkları BD, Göztepe Prof Dr Süleyman Yalçın Şehir Hastanesi, İstanbul, Türkiye

Özet

Giriş ve Amaç Elektronik sigara (E-sigara) kullanımı dünya genelinde artmakta olup, bu eğilim özellikle adölesanlar arasında belirgindir. Ürün tasarımı, aromalar ve pazarlama stratejileri e-sigara kullanımı gençler arasındaki cazibesini artırmaktadır. Çalışmanın temel amacı, adölesanlarda e-sigara kullanımına başlama ve kullanım ile ilişkili olabilecek risk faktörlerini belirlemek ve elde edilecek veriler doğrultusunda, bu yaş grubuna yönelik koruyucu ve önleyici müdahalelere bilimsel zemin oluşturmaktır. Gereç ve Yöntem Bu çalışmaya, Çocuk Göğüs Hastalıkları Polikliniği'ne başvuran 14–18 yaş arası kronik hastalığı olmayan ergenler katıldı. Veri toplama aracı olarak, araştırmacılar tarafından katılımcıların yaş, cinsiyet, e-sigarayı nereden öğrendikleri, e-sigaraya ilişkin bilgi düzeyi ve çevresel paketli sigara ve/veya e-sigara maruziyeti gibi bilgileri içeren 16 soruluk demografik soru formu ve 18 soruluk geçerlilik ve güvenilirliği kanıtlanmış Ergenler için Elektronik Sigaraya Yönelik İnanç ve Tutum Ölçeği soruları kullanıldı. Bulgular Toplam 686 (kız/erkek=348/338) katılımcının yaş ortalaması 15±1,41 idi. Katılımcıların %79,5'i e-sigara hakkında bilgi sahibiydi, en sık sırasıyla “arkadaş” (%31,7), “birini kullanırken görme” (%17,3), “sosyal medya” (%14,1) yoluyla öğrenmişlerdi. E-sigara kullanan arkadaş oranı ise %43,8'di. Katılımcıların %18,5'i e-sigarayı, %21,1'i paketli sigarayı en az bir kez denemişti ve e-sigara deneyenlerin %50,3'ü güncel e-sigara kullanıcısı, paketli sigara deneyenlerin %70,3'ü güncel sigara içicisiydi. E-sigara deneyenlerin %12,8'i aromalı olmasa bunu denemeyeceğini belirtti. Katılımcıların %4,5'i ünlülerin, influencerların, sporcuların e-sigara içmesi nedeniyle buna olumlu yaklaşıyordu. Ayrıca katılımcıların %19,2'si sosyal ortamdan dışlanmamak ya da sosyal kabul görmek için e-sigara kullanılmasına olumlu bakıyordu. Sonuç Ülkemizde yasal olarak yasak olmasına karşın, ergen yaş grubundaki gençlerin e-sigarayı paketli sigara ile benzer sıklıkta denediği görülmüştür. E-sigara kullanımında arkadaş etkisinin belirgin olduğu, sosyalleşmeye katkı sağladığına yönelik inancın, aromaların ve sosyal medyanın önemli rol oynadığı saptanmıştır. Sonuç olarak, merak uyandırıcı ürün özellikleri (özellikle aromalar), sosyal kabul algısı ve akran etkisi adölesanlarda e-sigara kullanımının artışına katkıda bulunan temel faktörler olarak öne çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Elektronik Sigara, Adölesan, Risk Faktörleri

Giriş ve Amaç

Elektronik sigara (E-sigara) kullanımı dünya genelinde artmakta olup, bu eğilim özellikle adölesanlar arasında belirgindir. Türkiye'nin 2017 Küresel Gençlik Tütün Araştırması'na göre, 13-15 yaş arası gençler arasında paketli sigara (PS) içme prevalansı erkeklerde %9,9, kızlarda %5,3'tür. E-sigara sıklığını

belirlemek için yaptığımız çalışmada da e-sigara deneme oranı %18,5; e-sigara düzenli kullanımı ise %9,2 olarak tespit edildi.Ürün tasarımı, aromalar ve pazarlama stratejileri e-sigara ların gençler arasındaki cazibesini artırmaktadır. Çalışmanın temel amacı, adölesanlarda e-sigara kullanımına başlama ve kullanım ile ilişkili olabilecek risk faktörlerini belirlemek ve elde edilecek veriler doğrultusunda, bu yaş grubuna yönelik koruyucu ve önleyici müdahalelere bilimsel zemin oluşturmaktır.

Gereç ve Yöntem

Bu çalışmaya, Çocuk Göğüs Hastalıkları Polikliniği'ne başvuran 14–18 yaş arası kronik hastalığı olmayan ergenler katıldı. Veri toplama aracı olarak, araştırmacılar tarafından katılımcıların yaş, cinsiyet, e-sigarayı nereden öğrendikleri, e-sigaraya ilişkin bilgi düzeyi ve çevresel paketli sigara ve/veya e-sigara maruziyeti gibi bilgileri içeren 16 soruluk demografik soru formu ve 18 soruluk geçerlilik ve güvenilirliği kanıtlanmış Ergenler için Elektronik Sigaraya Yönelik İnanç ve Tutum Ölçeği soruları kullanıldı.

Bulgular

Toplam 686 (kız/erkek=348/338) katılımcının yaş ortalaması $15 \pm 1,41$ idi. Katılımcıların %79,5'i e-sigara hakkında bilgi sahibiydi; en sık sırasıyla “arkadaş” (%31,7), “birini kullanırken görme” (%17,3), “sosyal medya” (%14,1) yoluyla öğrenmişlerdi. E-sigara kullanan arkadaş oranı ise %43,8'di. Katılımcıların %18,5'i e-sigarayı; %21,1'i paketli sigarayı en az bir kez denemişti ve e-sigara deneyenlerin %50,3'ü güncel e-sigara kullanıcısı; paketli sigara deneyenlerin %70,3'ü güncel sigara içicisiydi. E-sigara deneyenlerin %12,8'i aromalı olmasa bunu denemeyeceğini belirtti. Katılımcıların %4,5'i ünlülerin, influencerların, sporcuların e-sigara içmesi nedeniyle buna olumlu yaklaşıyordu. Ayrıca katılımcıların %19,2'si sosyal ortamdan dışlanmamak ya da sosyal kabul görmek için e-sigara kullanılmasına olumlu bakıyordu.

Yakın arkadaşının e-sigara kullanması, ergenin hayatında en az bir kez e-sigara denemesi için güçlü bir belirleyici olarak bulundu. Yakın arkadaş e-sigara kullanan ergenlerin e-sigara deneme olasılığı 6,59 kat daha fazla bulundu. (95% CI: 3.76–11.56, $p < .001$)

E-sigara içen arkadaş, e-sigara içilen ortamda bulunma, paketli sigara içmiş olma ile e-sigara deneme arasında güçlü bir ilişki bulundu. (all $p < .001$)

E-sigara kullanan arkadaş olmanın (OR = 7.25, 95% CI: 1.79–29.32, $p = 0.005$), düzenli paketli sigara içicisi arkadaş olmanın (OR = 5.80, 95% CI: 1.56–21.65, $p = 0.009$) düzenli e-sigara kullanımının güçlü bir prediktörü olduğu görüldü.

Daha büyük yaş (OR = 1.54, $p = .017$), paketli sigara içen yakın arkadaş (OR = 10.43, 95% CI: 4.69–23.20, $p < .001$), paketli sigara içen biriyle aynı evde yaşamak (OR = 2.69, 95% CI: 1.26–5.70, $p = .010$) düzenli paketli sigara içilmesi için güçlü bir prediktör olarak bulundu.

Lojistik regresyon analizleri yapıldığında;ES_EİT Ölçek skorundaki her 1 puan artışın, e-sigara deneme olasılığını %5.4 arttırdığı görüldü (B = 0.053, SE = 0.011, OR = 1.054, 95% CI: 1.032–1.077, $p < .001$). Bu ilişki cinsiyet, sınıf, ebeveyn eğitimi, gelir gibi sosyodemografik değişkenlerden bağımsız hesaplandı.

Potansiyel konfounderlar (cinsiyet, sınıf, ebeveyn eğitimi, gelir gibi sosyodemografik değişkenler) için düzeltme yaptıktan sonra ES-EİT Ölçeği skorlarının e-sigara deneme/kullanma davranışı için güçlü bir prediktör olduğu görüldü.

Tartışma

Bu çalışmada ergenlerde e-sigara kullanımına yönelik tutum ve davranışların sosyal çevre ve algılanan sosyal normlardan güçlü şekilde etkilendiği gösterilmiştir.

Katılımcıların önemli bir kısmının e-sigarayı aromalar, sosyal kabul ve rol model etkisi nedeniyle olumlu değerlendirmesi, e-sigara endüstrisinin gençleri hedef alan pazarlama stratejilerinin etkisini destekleyen literatürle uyumludur.

Önceki çalışmalar, aromaların gençlerde e-sigara deneme davranışının başlıca motivasyonlarından biri olduğunu ve aromalı ürünlerin kullanım başlangıcını kolaylaştırdığını göstermektedir.

Literatürde akran etkisinin ergenlerde e-sigara deneme riskini yaklaşık 3–10 kat artırdığı ve akran etkisinin tütün ürünleri kullanımında en güçlü sosyal belirleyicilerden biri olduğu bildirilmiştir.¹

Çalışmamızda da benzer şekilde e-sigara kullanan arkadaş varlığı, e-sigara kullanılan ortamlarda bulunma ve paketli sigara kullanmış olma ile e-sigara denemesi arasında güçlü bir ilişki saptanmıştır. 1 Bu bulgu, ergenlerde e-sigara kullanımının akran etkisi, sosyal çevre maruziyeti ve diğer tütün ürünleriyle deneyim gibi faktörlerle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir.

Çalışmamızda daha büyük yaş, paketli sigara içen yakın arkadaş varlığı ve ev içinde sigara içen bireyle yaşamak ergenlerde düzenli paketli sigara kullanımının güçlü prediktörleri olarak saptanmıştır.

Bu sonuç, ergenlerde sigara kullanımının yaşla birlikte arttığını ve özellikle akran sigara kullanımının en güçlü sosyal belirleyicilerden biri olduğunu gösteren literatürle uyumludur.²

Ayrıca ev içi sigara maruziyetinin gençlerde sigara başlama ve sürdürme riskini artırdığı bildirilmektedir.²

Çalışmamızda ayrıca ES-EİT Ölçeği skorlarının e-sigara deneme davranışı için bağımsız bir prediktör olduğu gösterilmiştir.

Bu bulgu, ergenlerde e-sigaraya yönelik olumlu tutum ve inançların kullanım davranışını öngörebildiğini ve geliştirilen ölçeğin bu davranışı değerlendirmede geçerli bir araç olabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç

Ülkemizde satışları yasak olmasına rağmen ergenler, e-sigarayı paketli sigara kadar sık denemektedir.

165

E-sigara kullanımında arkadaş etkisi, sosyal kabul algısı, aromalar ve sosyal medya belirleyici rol oynamaktadır.

Merak uyandırıcı ürün özellikleri, sosyal çevrenin etkisi ve akran baskısı, kullanım artışının temel faktörleridir.

ECABA Ölçeği, sadece tutum ve inançları ölçmekle kalmaz; aynı zamanda ergenlerin e-sigara denemelerini öngörme kapasitesine sahiptir.

Anahtar Kelimeler: elektronik sigara, adölesan, risk faktörleri

Kaynaklar

1. Kurtuluş Ş, Can R. Use of e-Cigarettes and Tobacco Products Among Youth in Turkey. *Eurasian J Med.* 2022 Jun;54(2):127-132.
2. Khambayat S, Jaiswal A, Prasad R, Wanjari MB, Sharma R, Yelne S. Vaping Among Adolescents: An Overview of E-Cigarette Use in Middle and High School Students in India. *Cureus.* 2023 May 13;15(5):e38972.
3. Oksay, Sinem Can, et al. "Prevalence and predictors of e-cigarette use among adolescents in a tertiary pediatric clinic: insights from the new ECABA Scale." *The Turkish Journal of Pediatrics* 67.6 (2025): 776-788.
4. Oksay, Sinem Can, et al. "E-cigarette Attitude and Belief Scale in Adolescents: A Validity and Reliability Study." *Thoracic Research and Practice* 26.6 (2025): 290.
5. ¹Barrington-Trimis JL, et al. The role of peer influence in adolescent e-cigarette use. *Pediatrics.* 2015.
6. ²U.S. Surgeon General Report, 2012; WHO Global Youth Tobacco Survey; Kobus, 2003
7. Pokhrel P, et al. E-cigarette outcome expectancies and use among young adults. *Addictive Behaviors.* 2015.

Presentation ID / Sunum No= 104

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000 0001 5264 3428

Diz Manyetik Rezonans Görüntülemesinde Patellar Tendon Kalınlığının Yaş ve Cinsiyet ile İlişkisi: Retrospektif Kesitsel Bir Çalışma

166

Exp. Dr. Nedim İzgi¹, Assoc. Prof. Dr. Rasime Pelin Kavak¹

¹Ufuk Üniversitesi Radyoloji

Özet

Amaç: Bu çalışmanın amacı, sagittal T2-ağırlıklı manyetik rezonans görüntüleme (MRG) üzerinde patellar tendon kalınlığını ölçmek ve bu kalınlığın yaş ve cinsiyet ile ilişkisini değerlendirmektir. **Gereç ve Yöntem:** Bu retrospektif çalışmaya 18–60 yaş aralığında toplam 202 diz MRG incelemesi dahil edilmiştir. Patellar tendon kalınlığı, patellanın inferior kutbundan başlayan tendonun proksimal 1/3 segmentinde, tendon liflerine dik olacak şekilde anterior–posterior çap olarak ölçülmüştür. Ölçümler sagittal T2-ağırlıklı orta kesitte dijital kaliper kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Normal dağılım Shapiro–Wilk testi ile değerlendirilmiş, gruplar arası karşılaştırmalar uygun parametrik testlerle yapılmıştır. Gözlemciler arası uyum ile analiz edilmiştir. **Bulgular:** Patellar tendon kalınlığı normal dağılım göstermiştir ($p=0,566$). Ortalama tendon kalınlığı erkeklerde kadınlara kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Yaş ile tendon kalınlığı arasında pozitif ancak zayıf düzeyde korelasyon saptanmıştır. Gözlemciler arası uyum iyi düzeyde bulunmuştur ($ICC=0,876$). **Sonuç:** Patellar tendon kalınlığının proksimal segmentten standart yöntemle ölçülmesi güvenilir ve tekrarlanabilir bir yöntemdir. Yaş ve cinsiyet tendon kalınlığı üzerinde etkili faktörler olabilir. Çalışma, rutin MRG üzerinden objektif ve karşılaştırılabilir ölçüm standardizasyonuna katkı sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Patellar Ligament, Manyetik Rezonans Görüntüleme, Tendinopati

Association of Patellar Tendon Thickness With Age and Sex On Knee Magnetic Resonance Imaging: A Retrospective Cross-Sectional Study

Abstract

Objective: This study aimed to measure patellar tendon thickness on sagittal T2-weighted magnetic resonance imaging (MRI) and to evaluate its association with age and sex. **Materials and Methods:** In this retrospective study, 202 knee MRI examinations of individuals aged 18–60 years were included. Patellar tendon thickness was measured at the proximal one-third segment of the tendon, originating from the inferior pole of the patella, perpendicular to the tendon fibers as the anterior–posterior diameter. Measurements were performed on the mid-sagittal T2-weighted images using digital calipers. Normality was assessed using the Shapiro–Wilk test. Parametric statistical tests were applied for group comparisons. Interobserver agreement was evaluated using the intraclass correlation coefficient (ICC).

Results: Patellar tendon thickness demonstrated normal distribution ($p=0.566$). The mean tendon thickness was significantly greater in males compared to females. A weak positive correlation was observed between age and tendon thickness. Interobserver agreement was good ($ICC=0.876$). Conclusion: Standardized measurement of patellar tendon thickness at the proximal segment is a reliable and reproducible method. Age and sex may influence tendon thickness. This study contributes to objective and standardized MRI-based assessment in routine clinical practice.

Keywords: Patellar Ligament, Magnetic Resonance Imaging, Tendinopathy

GİRİŞ

Patellar tendon, diz ekstansör mekanizmasının kritik bir bileşeni olup patellar tendinopati gibi aşırı kullanım patolojilerinde ve bazı cerrahi planlamalarda manyetik rezonans görüntüleme (MRG) ile değerlendirilebilen önemli bir yapıdır (1).

Patellar tendinopatide MRG’de tipik bulgular arasında tendon kalınlaşması ve intratendinöz sinyal artışı yer alır; bu bulguların kantitatif olarak ölçülebilmesi klinik değerlendirmeyi ve araştırmalarda standardizasyonu destekler (1). Kalınlığın objektif biçimde ölçülmesi “kalınlaşma” kavramının standardizasyonu açısından önemlidir. Elit üniversite sporcularında yapılan bir çalışmada MRG’de proksimal patellar tendon kalınlığı için 7,0 mm üzerinin klinik patellar tendinopati ile anlamlı ilişkili olabileceği ve kesme değerinin klinik açıdan kullanılabilir olduğu bildirilmiştir (2). Patellar tendon morfometrisi; özellikle bone–patellar tendon–bone (BTB) greftin planlandığı ön çapraz bağ (ÖÇB) rekonstrüksiyonu gibi durumlarda, ameliyat öncesi greft boyut uygunluğunu öngörmeye yardımcı olabilir (3).

Bu çalışmanın amacı, rutin diz MRG incelemelerinde sagittal T2-ağırlıklı görüntüler üzerinden ölçülen patellar tendon kalınlığının yaş ve cinsiyet ile ilişkisini değerlendirmektir.

MATERYAL VE METOD

Bu retrospektif kesitsel çalışma Ufuk Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyoloji Anabilim Dalı’nda gerçekleştirilmiştir. Retrospektif tasarım nedeniyle aydınlatılmış onam şartı aranmadı. 01.01.2024-01.01.2026 tarihleri arasında PACS üzerinden geriye dönük taranan diz MRG incelemeleri değerlendirildi.

Dahil edilme kriterleri: 18–60 yaş aralığında olmak, sagittal T2-ağırlıklı (ve/veya PD/T2 yağ baskılı) sekansların mevcut olması, görüntü kalitesinin ölçüm için yeterli kalıfta olması.

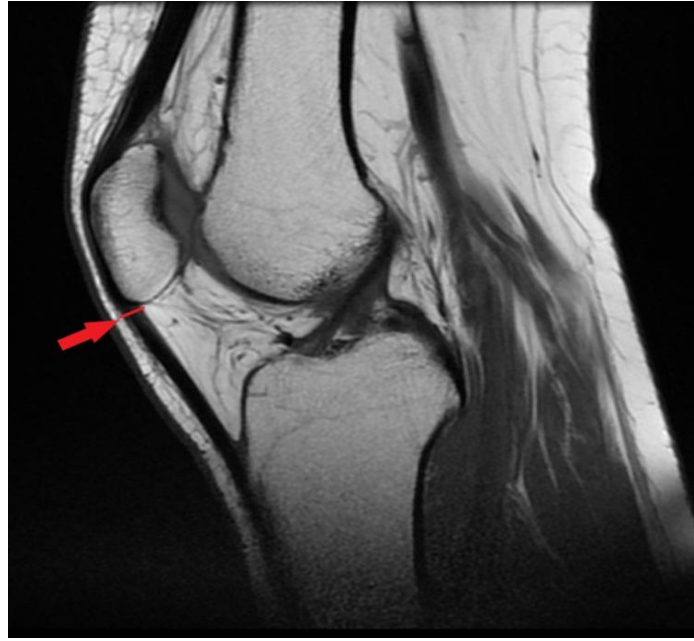
Dışlanma kriterleri: patellar tendon rüptürü öyküsü; ekstansör mekanizmaya yönelik cerrahi (örn. BTB greftli ÖÇB cerrahisi); tendon konturunu belirgin bozan akut travma/hematoma veya belirgin hareket artefaktı.

Toplam 202 diz, 185 hasta MRG incelemesi çalışmaya dahil edildi.

MR Görüntüleme Protokolü

Tüm incelemeler GE marka signa model 1.5 Tesla MR cihazı ve diz koili kullanılarak gerçekleştirildi. Standart protokol sagittal T1, sagittal T2, sagittal PD veya T2 yağ baskılı, aksiyel T2 ve koronal PD/T2 sekanslarını içeriyordu.

Ölçüm Yöntemi



Patellar tendon kalınlığı ölçümü sagittal T2-ağırlıklı görüntüler üzerinden gerçekleştirildi. Orta sagittal kesit; patellanın maksimum uzunlukta izlendiği, inferior patella kutbu ile tibial tüberositas arasındaki patellar tendon uzanımının kesintisiz izlenebildiği ve anatomik konturların en net olduğu kesit olarak seçildi.

Patellar tendinopati en sık patellanın inferior kutbuna komşu proksimal tendon segmentinde başlar. Bu bölge, mekanik yüklenmenin en yoğun olduğu alan olup mikroyırtık ve dejeneratif değişikliklerin en erken ortaya çıktığı segmenttir. Bu nedenle literatürde patellar tendon kalınlık ölçümleri çoğunlukla proksimal 1/3 segment üzerinden yapılmaktadır. Kalınlık ölçümü, patellanın inferior kutbundan başlayan tendonun proksimal 1/3 segmentinde, tendon liflerine dik olacak şekilde dijital kaliper ile anterior-posterior çap olarak yapıldı (2) (Şekil 1).

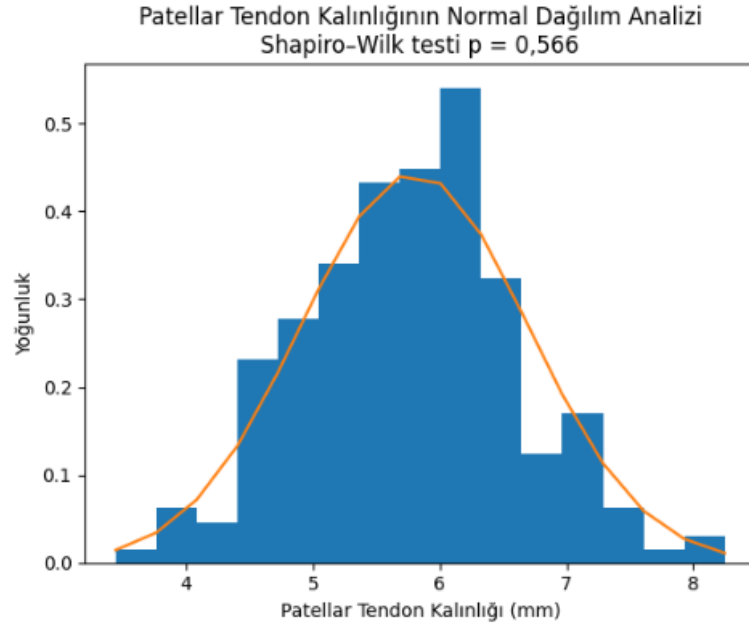
Ölçümler mm cinsinden kaydedildi. Ölçüm güvenilirliği için iki radyolog (20 yıl ve 8 yıllık deneyim) demografik bilgilerine kör olarak bağımsız ölçüm yaptı; rastgele seçilen 185 olguda yeniden ölçüm yapılarak ICC hesaplandı.

İstatistiksel Analiz

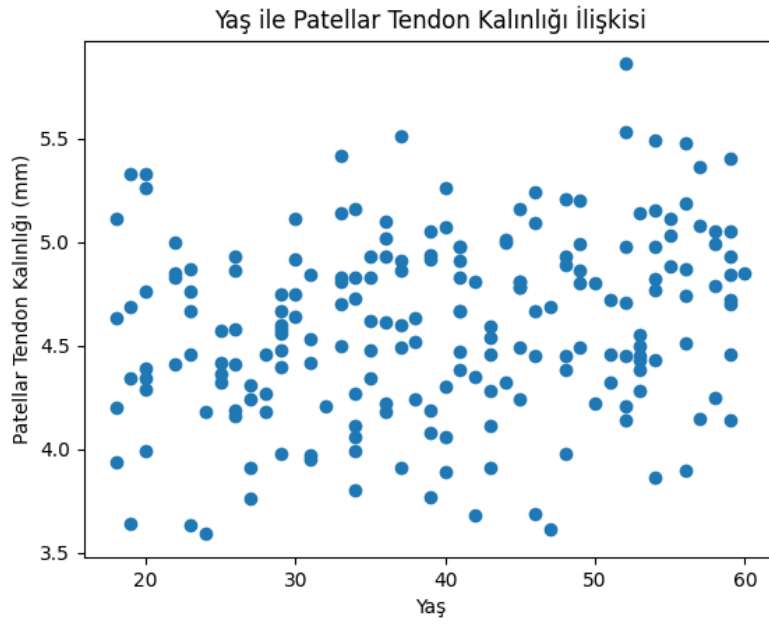
İstatistiksel analizler SPSS v24.0 ile yapıldı. Normal dağılım Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi. Sürekli değişkenler ortalama $\pm$ SS veya medyan (IQR) olarak raporlandı. Yaş ile tendon kalınlığı arasındaki ilişki Pearson/Spearman ile analiz edildi. Cinsiyetler arası fark bağımsız örneklem t-testi veya Mann-Whitney U testi ile değerlendirildi. Yaş ve cinsiyetin bağımsız etkisini incelemek için çok değişkenli lineer regresyon kuruldu. Gözlemciler arası uyum için iki yönlü rastgele etkiler modeli ve mutlak uyum esaslı ICC kullanıldı. $p < 0,05$ anlamlı kabul edildi.

SONUÇ

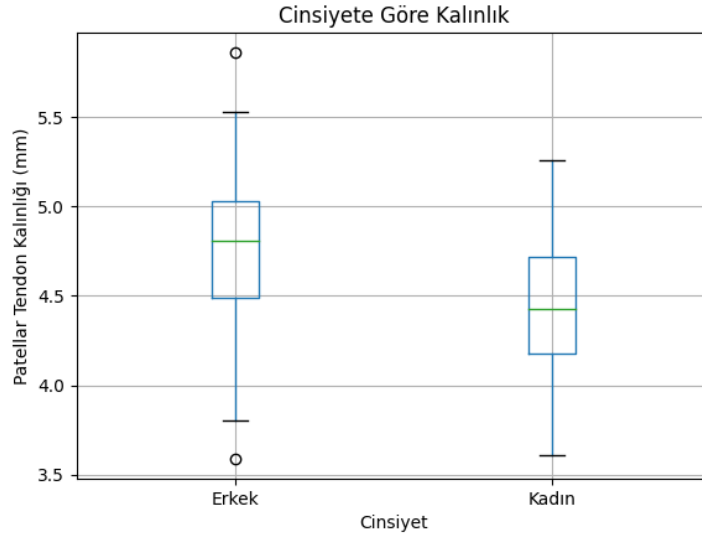
Çalışmaya toplam 202 diz MRG incelemesi dahil edildi. Katılımcıların yaş ortalaması $39,48 \pm 11,96$ yıl olup yaş aralığı 18–60 yıl idi. Çalışma grubunun 96'sı kadın (%47,5) ve 106'sı erkek (%52,5) idi. Patellar tendon ortalama kalınlığı $4,60 \pm 0,44$ mm olarak bulundu. Shapiro-Wilk testi patellar tendon kalınlığının normal dağıldığını gösterdi ($p=0,566$).



Yaş ile patellar tendon kalınlığı arasında zayıf ancak istatistiksel olarak anlamlı pozitif korelasyon saptandı ($r=0,222$; $p=0,001$).



Erkeklerde ortalama tendon kalınlığı $4,77 \pm 0,41$ mm, kadınlarda $4,42 \pm 0,38$ mm idi ve fark anlamlı idi ($p<0,001$).



Çok değişkenli lineer regresyonda model anlamlıydı ($R^2=0,215$). Yaş ($\beta=0,008$; $p<0,001$) ve erkek cinsiyet ($\beta=0,354$; $p<0,001$) tendon kalınlığı ile bağımsız ilişkili bulundu.

Gözlemciler arası uyum iyi düzeydeydi ($ICC=0,876$).

TARTIŞMA

Bu çalışmada rutin diz MRG'de sagittal T2-ağırlıklı görüntüler üzerinden standardize bir ölçüm yaklaşımı kullanılarak patellar tendon kalınlığının yaş ve cinsiyet ile ilişkisi değerlendirildi. Patellar tendon, diz ekstansör mekanizmasının temel bileşenlerinden biri olup patellanın inferior kutbu ile tibial tüberositas arasında uzanarak quadriceps kasının oluşturduğu kuvvetin tibiaya iletilmesinde önemli rol oynar. Günümüzde diz MRG, patellar tendonun morfolojik özelliklerinin ve olası patolojilerinin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan bir görüntüleme yöntemidir. Bununla birlikte tendon kalınlığının fizyolojik varyasyonları ve demografik özelliklerle ilişkisi konusunda literatürde sınırlı ve değişken sonuçlar bildirilmiştir. Bu nedenle patellar tendon kalınlığının yaş ve cinsiyet gibi temel demografik faktörlerle olan ilişkisinin ortaya konması, hem normal varyasyonların anlaşılması hem de patolojik kalınlaşmaların yorumlanmasında klinik açıdan yol gösterici olabilir.

Ortalama patellar tendon kalınlığı $4,60 \pm 0,44$ mm olup sağlıklı/normatif aralıklarla uyumludur (2). Nishida ve ark. çalışmasında proksimal patellar tendon kalınlığının klinik patellar tendinopatili dizlerde MRG'de belirgin daha yüksek olduğu ve 7,0 mm üzerinin klinik açıdan anlamlı olabileceği bildirilmiştir (2).

Çalışmamızda yaş ile tendon kalınlığı arasında zayıf düzeyde pozitif ilişki saptandı. Yaşa bağlı tendon değişimlerini inceleyen çalışmalarda tendon sinyali ve/veya kalınlık parametrelerinde yaşla ilişkili farklılıklar bildirilmektedir (4) Bu durumun, yaşla birlikte tendon dokusunda meydana gelen yapısal ve biyomekanik değişikliklerle ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Özellikle kollajen organizasyonundaki değişiklikler, elastikiyet kaybı ve kronik mikrotravmalara bağlı gelişen adaptif yanıtlar tendon morfolojisini etkileyebileceğini düşünmekteyiz.

Erkeklerde tendon kalınlığının daha yüksek bulunması, cinsiyete bağlı kas-iskelet biyomekaniği ve tendon özelliklerindeki farklılıklarla uyumlu olabilir (5). Erkeklerde daha yüksek kas kütlesi ve kas kuvvetine bağlı olarak tendonlara iletilen mekanik yükün artması, tendon dokusunda yapısal adaptasyon ve kalınlık artışı ile sonuçlanmış olabilir.

Son olarak ICC değerinin yüksek olması, sagittal planda proksimal 1/3 segmentten yapılan ölçümlerin iyi tekrarlanabilirlik gösterebildiğini düşündürmektedir (2). Bu bulgu, kullanılan ölçüm yönteminin gözlemciler arası ve gözlemci içi uyum açısından güvenilir olduğunu ortaya koymakta ve söz konusu ölçüm yaklaşımının klinik ve araştırma ortamlarında pratik olarak uygulanabilirliğini desteklemektedir.

Bu çalışmanın en önemli güçlü yönü, patellar tendon kalınlığının literatürde standardize edilmiş anatomik referans noktaları kullanılarak ve ölçüm tekniği net olarak tanımlanmış şekilde değerlendirilmiş olmasıdır. Ölçümlerin patellanın inferior kutbuna komşu proksimal 1/3 segmentten ve tendon liflerine dik olacak biçimde yapılması, metodolojik tutarlılığı ve literatürle karşılaştırılabilirliği artırmaktadır. Görece geniş örneklem hacmi, yaş ve cinsiyet dağılımının dengeli olması ve tüm ölçümlerin aynı görüntüleme protokolü üzerinden gerçekleştirilmiş olması sonuçların iç geçerliliğini güçlendirmektedir. Ayrıca gözlemciler arası uyumun yüksek bulunması (ICC=0,876), ölçüm yönteminin tekrarlanabilir ve güvenilir olduğunu göstermektedir. Çalışmanın, klinik pratikte sık kullanılan rutin MRG sekansları üzerinden yapılmış olması ise bulguların günlük uygulamaya kolayca aktarılabilmesini sağlamaktadır.

Bu çalışma retrospektif tasarıma sahip olup hasta seçiminde olası seçim yanlılığı içerebilir. Klinik semptom şiddeti, fonksiyonel skorlar ve ağrı düzeyine ilişkin verilerin bulunmaması, görüntüleme bulgularının klinik korelasyonunun yapılmasını sınırlandırmıştır. Ölçümler yalnızca sagittal T2-ağırlıklı görüntüler üzerinden gerçekleştirilmiş olup diğer sekansların veya multiplanar değerlendirmelerin analize dahil edilmemiş olması metodolojik bir sınırlılık oluşturmaktadır. Patellar tendonun yalnızca proksimal 1/3 segmentinin değerlendirilmiş olması, orta ve distal segmentlerdeki olası morfolojik değişikliklerin gözden kaçmasına neden olabilir. Ayrıca dinamik veya yüklenme altında görüntüleme yapılmamış olması tendonun fonksiyonel davranışının değerlendirilmesine imkan vermemiştir. Çalışmanın tek merkezli olması ve atletik düzey ya da aktivite durumuna göre alt grup analizlerinin yapılmamış olması sonuçların genellenebilirliğini sınırlandırabilir.

Rutin diz MRG incelemelerinde sagittal T2-ağırlıklı görüntüler üzerinden yapılan ölçümlerde patellar tendon kalınlığı yaş ve cinsiyet ile anlamlı ilişki göstermektedir. Erkeklerde tendon kalınlığının daha yüksek olması ve yaş ile zayıf düzeyde pozitif ilişki bulunması, patellar tendon morfometrisinin yorumlanmasında demografik faktörlerin dikkate alınması gerektiğini düşündürmektedir. Standartize edilmiş ölçüm yöntemi kullanılarak elde edilen bu bulgular, patellar tendinopati gibi patolojik durumların değerlendirilmesinde referans oluşturabilir.

REFERANSLAR

1. Loose K, Pennekamp S, Hitzl W, Willauschus M, Rüther J, Silawal S, et al. MRI Characteristics and Alterations in Patellar Height in Patients with Patellar Tendinopathy-A Retrospective Study. *J Pers Med*. 2023;13(4):698. doi: 10.3390/jpm13040698.
2. Nishida Y, Nishino T, Tanaka K, Onishi S, Kanamori A, Yamazaki M. An Objective Measure of Patellar Tendon Thickness Based on Ultrasonography and MRI in University Athletes. *J Clin Med*. 2021;10(18):4092. doi: 10.3390/jcm10184092.
3. Janani G, Lakshmi S, Prakash A, Suresh P, Parthiban J, Thiagarajan A, Arumugam S. Preoperative Templating of Bone-Patellar Tendon-Bone Graft for Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: A Morphometry-Based Graft Harvest Method. *Clin Orthop Surg*;15(3):410-417. doi: 10.4055/cios21167.
4. Kinoshita T, Hashimoto Y, Hoshino M, Inui K, Sugimoto T, Takahashi S, et al. Age-related differences in MRI signal intensity of the quadriceps and patellar tendons: Implications for ACL graft selection. *J Exp Orthop*. 2026;13(1):e70617. doi: 10.1002/jeo2.70617. PMID: 41522791; PMCID: PMC12780967.
5. Taş S, Yüzbaşıoğlu Ü, Ekici E, Katmerlikaya A. Sex-Related Differences in Human Tendon Stiffness: A Systematic Review and Meta-analysis. *Indian J Orthop*. 2025;59(7):876-887. doi: 10.1007/s43465-025-01398-2.

Presentation ID / Sunum No= 110

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-8018-4879

Sodyum Pentoborat'ın Siklosporin'e Bağlı Kardiyotoksisiteyi Önlemedeki Etkinliğinin Değerlendirilmesi

172

Assoc. Prof. Dr. Sonat Pınar Kara¹, Assoc. Prof. Dr. Meltem Öznur², Assoc. Prof. Dr. Aliye Çelikkol³, Assoc. Prof. Dr. Sevil Karabağ², Ra. Pelin Nur Kef³, Ra. Hasan Doğan⁴, Assoc. Prof. Dr. Halef Doğan⁴

¹Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi, İç Hastalıkları Ad

²Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Patoloji Ad

³Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyokimya Ad

⁴Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Veteriner Fakültesi, Doğum Ve Jinekoloji Ad

*Corresponding author: Sonat Pınar Kara

Özet

Giriş, amaç: Siklosporin A (CsA), organ nakli sonrası ve bazı otoimmün hastalıkların tedavisinde kullanılan bir immünsüpresiftir. Ancak uzun süreli kullanımı nefrotoksisite, kardiyotoksisite ve hepatotoksisite gibi organ hasarlarıyla sınırlanmaktadır. CsA'ya bağlı toksisitelerde serbest oksijen radikallerinin oluşumu ve lipid peroksidasyonu en sık bahsedilen mekanizmalardır. Temel bir biyoelement olan sodyum pentoborat (Na PB), antioksidan özellikleriyle lipid peroksidasyonu ve genotoksik hasarı azaltmaktadır. Bu çalışma, CsA'ya bağlı kalp hasarını ve oksidatif hasarı inceleyerek, Na PB'nin koruyucu etkisini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Materyal, metod: Çalışmada dört grup (n=7) oluşturuldu: kontrol grubuna salin, Na pentoborat grubuna intraperitoneal Na pentoborat (100 mg/kg), CsA grubuna subkutan CsA (25 mg/kg), profilaksi grubuna Na pentoborat sonrası CsA uygulandı; 21. gün karaciğer dokuları toplanıp incelendi, serum kreatin kinaz (CK), TAS, TOS, OSI ve MDA değerlendirildi. Bulgular: CK düzeyleri gruplar arasında anlamlı farklılık göstermiştir. CsA grubunda CK düzeyleri kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek bulunmuştur (p=0.001). Ayrıca CsA grubundaki CK düzeyleri, NaPB (p=0.03) ve tedavi gruplarına (p=0.04) kıyasla da anlamlı derecede yüksek saptanmıştır. Bununla birlikte, CsA grubunda gözlenen CK artışının tedavi grubunda anlamlı düzeyde azaldığı belirlenmiştir. Gruplar arasında MDA düzeyleri açısından anlamlı fark saptanmamıştır. TOS düzeyleri CsA grubunda kontrol ve NaPB gruplarına göre daha yüksek bulunmuş olup, bu artış özellikle CsA ve NaPB grupları arasında istatistiksel olarak anlamlıdır (p=0.015). Tedavi grubunda TOS düzeyi CsA grubuna göre daha düşük olmakla birlikte istatistiksel anlamlılık göstermemiştir. TAS düzeyi tedavi grubunda CsA grubuna göre daha yüksek bulunmasına rağmen anlamlı değildir. Benzer şekilde OSI düzeyleri açısından da gruplar arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Histopatolojik değerlendirmede ise CsA grubunda kalp histopatolojik (HP) skorunun kontrol grubuna göre anlamlı derecede arttığı (p=0.001) ve tedavi grubunda bu artışın anlamlı şekilde azaldığı belirlenmiştir (p=0.002).

Sonuç: CsA kullanımının kalp üzerinde oksidatif stres ve doku hasarını artırdığı gösterilmiştir. Buna karşın uygulanan tedavinin biyokimyasal ve histopatolojik bulgular üzerinde kısmen koruyucu etkiler sağlayabileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Siklosporin, Kalp, Sodyum Pentaborat, TAS, TOS, OSI, MDA

Giriş

CsA, organ nakli sonrası ve otoimmün hastalıkların tedavisinde kullanılan immünsüpresif bir ilaçtır. Ancak çeşitli organ toksisiteleri (nefrotoksiste, kardiyotoksiste ve hepatotoksiste) uzun süreli kullanımını kısıtlayan en önemli yan etkileridir. CsA ile ilişkili yan etkileri açıklayan birçok hipotez vardır. Bu hipotezler; serbest oksijen radikallerinin oluşumu, lipid peroksidasyonu, sitokrom P450 sisteminin indüksiyonu, hücre içi kalsiyum düzeylerinde artış, vazokonstriktör eikosanoid sentezinin artması ve apoptoz gibi mekanizmaları içermektedir. Serbest oksijen radikal hasarı, CsA'ya bağlı organ toksisitelerinin patogeneğinde en sık bahsedilen mekanizmadır. Yapılan araştırmalar, CsA uygulamasının böbrek, karaciğer ve kalp dokularında oksidatif stres ve buna bağlı doku hasarına neden olabildiğini göstermektedir (1-2-3-4). Çevresel olarak bor minerallerine maruz kalan bireylerde yapılan bir çalışmada, bor maruziyetinin kan oksidatif stres belirteçleri ve inflamatuvar parametrelerde anlamlı bir artışa neden olmadığı bildirilmiştir (5). Literatürde yapılan çalışmalar borun güçlü antioksidan özelliklere sahip olduğunu ve oksidatif stres kaynaklı doku hasarını azaltarak karaciğer, böbrek ve kalp gibi birçok organda koruyucu etkiler gösterebildiğini ortaya koymaktadır (6-7-8). Bizim çalışmamızda, CsA'ya bağlı kalp hasarını ve oksidatif hasarı inceleyerek, Na PB'nin antioksidan ve antiapoptotik etkisini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Materyal ve Metod

Çalışmada dört grup oluşturuldu: Kontrol grubuna (n=7) 21 gün boyunca standart su ve yem verilip intraperitoneal salin uygulandı; NaPB grubuna (n=7) aynı süre boyunca su ve yem verilirken, intraperitoneal NaPB (100 mg/kg) uygulandı; CsA grubuna (n=7) 21 gün standart beslenme sağlanıp subkutan CsA (25 mg/kg) verildi; profilaksi grubuna (n=7) ise 21 gün su, yem ve NaPB (100 mg/kg) verildikten sonra subkutan CsA (25 mg/kg) uygulandı. Tüm gruplarda 21. gün sonunda kalp dokuları inceleme amacıyla toplandı. Deneyin sonunda serum kreatin kinaz (CK) için kan örneği alınırken ve kalp dokusundan doku homojenizasyonu ile toplam antioksidan düzey (TAS), toplam oksidan düzey (TOS), oksidatif stres indeksi (OSI) ve malondialdehit (MDA) bakıldı. Doku örnekleri %10 formalin ile fikse edilerek alkol çözeltileriyle dehidrate edildi, parafine gömüldü ve mikrotomla 4 µm kalınlığında kesitler alındı. Kesitler Hematoksilen-eozin ile boyandı ve kör bir patolog tarafından ışık mikroskopunda incelendi. Doku hasarı; inflamasyon, interstisyel fibrozis ve miyokardiyal düzensizlik düzeyine göre **0 (yok) ile +3 (şiddetli)** arasında puanlandı. Değerlendirme; hasar yok (0), minimal (<%5), orta (%5–20) ve yaygın (> %20) olacak şekilde sınıflandırıldı.

Bulgular

CK düzeyleri gruplar arasında anlamlı farklılık göstermiştir. CsA grubunda, CK düzeylerinin kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu saptanmıştır (p=0.001). Ayrıca CsA grubundaki CK düzeyleri NaPB grubuna (p=0.03) ve tedavi grubuna (p=0.04) kıyasla da anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Bu bulgular, CsA uygulamasının belirgin doku hasarına yol açtığını göstermektedir. Bununla birlikte, CsA grubunda gözlenen CK düzeylerindeki artışın tedavi grubunda anlamlı düzeyde azaldığı bulunmuştur. Gruplar arasında MDA düzeyi açısından fark yoktu. CsA grubunda TOS değerlerinin kontrol ve NaPB gruplarına göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu artış özellikle CsA ve NaPB grupları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p=0.015). Tedavi grubunda TOS düzeylerinin CsA grubuna kıyasla daha düşük olduğu gözlenmiş olmakla birlikte, bu azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Bu bulgular, CsA uygulamasının oksidatif stres düzeyini artırdığını düşündürmektedir. TAS düzeyi tedavi grubunda CsA grubuna göre belirgin yüksek olmasına rağmen istatistiksel anlamlılık kazanmadı. OSI düzeyi CsA grubunda kontrol ve NaPB gruplarına göre daha yüksek, tedavi grubunda ise CsA grubuna göre daha düşük bulunmasına rağmen bu farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı saptanmadı (Tablo 1). Histopatolojik değerlendirmede, CsA

grubunda kalp HP skorunun kontrol grubuna göre anlamlı derecede arttığı ($p=0.001$), tedavi grubunda ise bu artışın CsA grubuna kıyasla anlamlı düzeyde azaldığı belirlenmiştir ($p=0.002$) (Şekil 1).

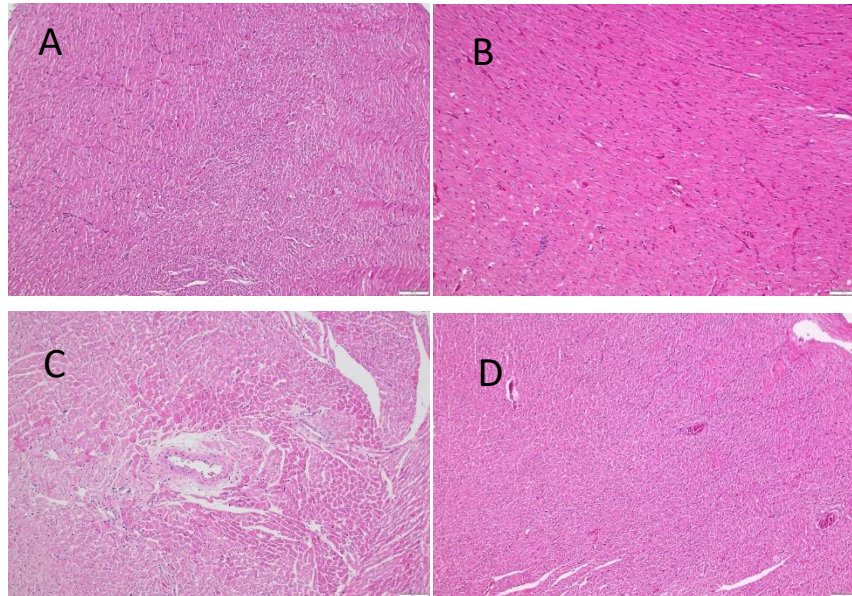
Tablo 1. Biyokimyasal, oksidatif ve histopatolojik parametrelerin karşılaştırması

	Kontrol (n:7)	Na PB(n:7)	CsA(n:7)	Tedavi (n:7)
CK	972±319*	1161±166*	2430±1486	1311±1099*
MDA	15.99±1.62	15.81±2.15	15.56±1.95	13.83±2.17
TOS	6.22±1.45	5.43±1.25*	7.04±0.93	6.87±1.00
TAS	5.33±2.69	6.47±2.35	4.06±1.41	8.75±4.31
OSI	1.20±0.45	1.31±0.36	1.61±0.87	0.95±0.21
HP Skor	0*	2.29±0.75	4.71±0.75	2.43±0.78*

CK: IU/L MDA: nmol / g tissue, TOS: $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$ Equiv./g, TAS: $\mu\text{mol Trolox Equiv./g}$,

*: $p<0.05$

Şekil 1. Grupların Histopatolojik Görünümü (H&E, $\times 100$)



A: Normal kalp dokusunun (kontrol) hematoksilin ve eosin ile boyanmış kesitleri.

B: Neredeyse normal morfoloji gösteren NaPB ile tedavi edilen ratların kalp dokusu.

C: Yaygın miyokardiyal disorganizasyon, inflamasyon ve hafif fibrozis gösteren CsA ile verilen ratların kalp dokusu.

D: CsA kaynaklı değişikliklerin önlenmesini gösteren NaPB ile tedavi edilen sıçanların kalp dokusu.

Tartışma

Siklofosamid karaciğerde metabolize olurken toksik metabolitler oluşturarak reaktif oksijen türlerinin artışına ve antioksidan savunma sisteminin zayıflamasına neden olur. Artan oksidatif stres lipid peroksidasyonu ve DNA hasarı gibi hücrel hasarlara yol açabilir. Bu süreç özellikle yüksek doz uygulamalarda miyokardit, kalp yetmezliği ve aritmi gibi kardiyotoksik etkilere neden olabilmektedir. Viswanatha-Swamy ve ark., yüksek doz CsA uygulamasının miyokardda belirgin değişikliklere yol açtığını ve kalp kası liflerinde miyokard dejenerasyonu, kardiyomiyositlerde vakuolizasyon, inflamatuvar hücre infiltrasyonu ve miyofibril kaybı ile karakterize histopatolojik bulgulara neden olduğunu

bildirmiştir. Bu bulgular, CsA'nın miyokard dokusunda yapısal hasara neden olabileceğini göstermektedir (9). Çalışmamızda CsA grubunda CK düzeylerinin kontrol grubuna göre anlamlı derecede yüksek olduğu belirlenmiştir. CK düzeylerindeki bu artış, kalp kası hücrelerinde meydana gelen hasarın biyokimyasal bir göstergesi olarak değerlendirilmekte olup CsA uygulamasının ratlarda kardiyotoksosite oluşturduğunu düşündürmektedir. Bununla birlikte NaPB tedavi grubunda CK düzeylerinin CsA grubuna kıyasla anlamlı düzeyde azaldığı saptanmıştır. Bu bulgu, uygulanan tedavinin CsA'ya bağlı gelişen kardiyak hasarı azaltıcı yönde etkili olabileceğini göstermektedir. Literatürde İnce S. ve arkadaşlarının ratlar üzerinde gerçekleştirdiği çalışmada NaPB tedavisinin dokularda antioksidan savunma mekanizmalarını güçlendirdiği ve CsA kaynaklı lipid peroksidasyonu ile genotoksositeye karşı koruyucu ve iyileştirici etki gösterdiği bildirilmiştir (10). Benzer şekilde literatürde CsA'ya bağlı kardiyotoksiteyi önlemek için birçok ilaç ve bileşiğin kullanıldığı çalışma mevcuttur (11-12-13-14). Uz Ebru ve ark. tarafından yapılan deneysel bir çalışmada, CsA uygulamasının kalp dokusunda histopatolojik hasara yol açtığı bildirilmiştir. Çalışmada CsA verilen ratlarda kardiyomiyositlerde vakuolizasyon ve interstisyel ödem gibi miyokard hasarı bulgularının kontrol grubuna göre arttığı, antioksidan özellik gösteren tedavi ajanlarının uygulanmasıyla ise bu histopatolojik değişikliklerin belirgin şekilde azaldığı saptanmıştır (15). Benzer şekilde çalışmamızda yapılan histopatolojik değerlendirmede CsA grubunda kalp HP skorunun kontrol grubuna göre anlamlı derecede arttığı ($p=0.001$), tedavi grubunda ise bu artışın CsA grubuna kıyasla anlamlı düzeyde azaldığı bulunmuştur ($p=0.002$). Sonuç olarak bu bulgular, NaPB'nin antioksidan özellikleri aracılığıyla CsA kaynaklı kardiyotoksositeye karşı koruyucu bir etki gösterebileceğini ortaya düşündürmektedir.

Kaynaklar

- 1- Antoine DJ, Srivastava A, Pirmohamed M, Park BK. Statins inhibit aminoglycoside accumulation and cytotoxicity to renal proximal tubule cells. *Biochem Pharmacol.* 2009 Sep 24.
- 2- Özkan G, Ulusoy S, Alkanat M, Orem A, Akcan B, Ersöz S, Yuluğ E, Kaynar K, Al S. Antiapoptotic and antioxidant effects of GSPE in preventing cyclosporine A-induced cardiotoxicity. *Ren Fail.* 2012;34(4):460-6.
- 3- Ozer MK, Asci H, Oncu M, Yesilot S, Savran M, Bayram D, Cicek E. Effects of pentoxifylline on amikacin-induced nephrotoxicity in rats. *Ren Fail.* 2009;31(2):134-9.
- 4- Tang J, Wang G, Liu Y, . Cyclosporin A induces cardiomyocyte injury through calcium-sensing receptor-mediated calcium overload. *Pharmazie.* 2011;66:52–57.
- 5-N Başaran, Y Duydu, M Bacanlı, HG Anlar, SA Dilsiz, A Üstündağ, CÖ Yalçın, T Schwerdtle. Evaluation of oxidative stress and immune parameters of boron exposed males and females. *Food and Chemical Toxicology*, 2020. Elsevier.
- 6- Türkez H, Geyikoğlu F, Çolak S. The protective effect of boric acid on aluminum-induced hepatotoxicity and genotoxicity in rats. *Turkish Journal of Biology.* 2011;35(3):293-301.
- 7- Korkmaz M, Türkmen R, Demirel HH, Sarıtaş ZK. Effect of boron on the repair of osteochondral defect and oxidative stress in rats: an experimental study. *Biological Trace Element Research.* 2019;187(2):425–433.
- 8- Nielsen FH. Is boron nutritionally relevant? *Nutrition Reviews.* 2008;66(4):183–191.
- 9-Viswanatha Swamy, A. H. M.; Patel, U. M.; Koti, B. C.; Gadad, P. C.; Patel, N. L.; Thippeswamy, A. H. M. Cardioprotective effect of *Saraca indica* against cyclophosphamide induced cardiotoxicity in rats A biochemical, electrocardiographic and histopathological study. *Indian Journal of Pharmacology* 45(1):p 44-48, Jan–Feb 2013. | DOI: 10.4103/0253-7613.106434
- 10-Ince S, Kucukkurt I, Demirel HH et al (2014) Protective effects of boron on cyclophosphamide induced lipid peroxidation and genotoxicity in rats. *Chemosphere* 108:197–204.
- 11-Florio S, Ciarcia R, Crispino L, . Hydrocortisone has a protective effect on cyclosporin A-induced cardiotoxicity. *J Cell Physiol.* 2003;195:21–26.

- 12-Rezzani R, Giugno L, Buffoli B, Bonomini F, Bianchi R.** The protective effect of caffeic acid phenethyl ester against cyclosporine A-induced cardiotoxicity in rats. *Toxicology*. 2005;212:155–164.
- 13-Rezzani R, Rodella LF, Fraschini F, .** Melatonin delivery in solid lipid nanoparticles: Prevention of cyclosporine A induced cardiac damage. *J Pineal Res*. 2009;46:255–261.
- 14-Hong F, Lee J, Song JW et al.** Cyclosporin A blocks muscle differentiation by inducing oxidative stress and inhibiting the peptidyl-prolyl-cis-trans isomerase activity of cyclophilin A: cyclophilin A protects myoblasts from cyclosporin A-induced cytotoxicity. *FASEB J* 2002; 16: 1633–1635.
- 15-Uz Ebru, Uz Burak, Selcoki Yusuf, Bayrak Reyhan, Kaya Arif, Turgut H Faruk, Mete Emin, Karanfil Aydin, I Ihan Atilla, Sahin Semsettin, Erdemli Kemal.** Cardioprotective effects of Nigella sativa oil on cyclosporine A-induced cardiotoxicity in rats. *Basic Clin Pharmacol Toxicol*. 2008 Dec;103(6):574-80.

Presentation ID / Sunum No= 111

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: /0000-0003-2151-920X

Depression and Anxiety in Cardiovascular Disease: Comparison with Healthy Controls and Association with Clinical Parameters

177

Işık Tekin, MD, PhD¹; Derya Kaya, MD²

¹Department of Cardiology, Pamukkale University Faculty of Medicine, Denizli, Türkiye

²Department of Cardiology, Silifke State Hospital, Mersin, Türkiye

Abstract

Purpose: This study aimed to evaluate depression and anxiety levels in patients with cardiovascular disease compared with a healthy control group and to analyze the relationship between psychological status and clinical parameters. **Methods:** This cross-sectional study included 195 patients with cardiovascular disease and 68 healthy controls. Depression was assessed using the Beck Depression Inventory, and anxiety was evaluated using the State-Trait Anxiety Inventory, including the State Anxiety Scale (STAI-S) and Trait Anxiety Scale (STAI-T). Left ventricular ejection fraction was measured by transthoracic echocardiography. **Results:** No statistically significant differences were found between the patient and control groups in terms of depression and anxiety scores (all $p > 0.05$). In the patient group, depression and anxiety scores were not significantly associated with left ventricular ejection fraction. **Conclusion:** The presence of cardiovascular disease and left ventricular ejection fraction alone do not determine depression and anxiety levels. Individual and psychosocial factors should also be considered during psychological assessment in cardiovascular populations.

Keywords: Cardiovascular disease, depression, anxiety, mental health

Introduction

Cardiovascular diseases are among the leading causes of mortality and morbidity worldwide and have substantial effects not only on physical health but also on the psychological and social well-being of affected individuals.¹ Chronic cardiac conditions such as coronary artery disease, heart failure, arrhythmias, and hypertension reduce quality of life and may increase psychological burden because of long-term treatment requirements.^{2,3}

Recent studies have shown that the relationship between cardiovascular disease and psychiatric disorders is bidirectional. Anxiety and depression may adversely affect not only the development of cardiovascular disease but also its prognosis.⁴ Conversely, the presence of cardiac disease itself may trigger psychological distress. This interaction may directly influence treatment adherence, lifestyle modification, and clinical outcomes.⁵

Depression, particularly in patients with coronary artery disease and heart failure, has been associated with increased mortality and hospital readmission.⁶ Similarly, anxiety disorders may activate the sympathetic nervous system and increase the risk of arrhythmia, hypertension, and myocardial ischemia.⁷ Accordingly, the assessment of psychological status is increasingly recognized as an important component of comprehensive cardiovascular care.

In the 2025 ESC Clinical Consensus Statement on mental health in cardiovascular disease, the European Society of Cardiology recommended routine screening for anxiety and depression as part of the standard clinical evaluation of patients with cardiovascular disease. The document emphasized that psychological distress is influenced not only by objective measures of cardiac function but also by patients' perceived disease severity, symptom burden, and psychosocial characteristics.⁸

However, only a limited number of studies have directly compared the psychological status of individuals with cardiovascular disease with that of healthy controls, and published findings remain heterogeneous.⁹ Some studies have reported significantly higher depression and anxiety levels in patients with cardiac disease, whereas others found no significant differences compared with control groups.¹⁰ These inconsistent findings suggest that psychological status may be influenced not only by the presence of disease but also by disease type, disease severity, and individual characteristics.

The relationship between objective clinical parameters such as ejection fraction and psychological status is also controversial. Some studies suggest that lower ejection fraction is associated with higher depression and anxiety levels, whereas others report that this relationship is weak or inconsistent.¹¹ This suggests that psychological burden may develop independently of biological parameters and may therefore be overlooked in routine practice.

In Türkiye, systematic evaluation of psychological status in cardiology outpatient populations and direct comparison with healthy controls remain limited. Therefore, local data are important both for increasing clinical awareness and for evaluating the applicability of international recommendations.¹²

The aim of this study was to compare depression and anxiety levels in patients attending a cardiology outpatient clinic with those of a healthy control group and to examine the relationship between psychological status and clinical parameters in the patient group.

Materials and Methods

Study Design

This study was designed as a cross-sectional observational study to assess the psychological status of individuals attending a cardiology outpatient clinic. The study population consisted of patients followed in the cardiology outpatient clinic who had at least one diagnosis of cardiovascular disease and a healthy control group without known cardiac disease.

The patient group included individuals diagnosed with at least one of the following conditions: coronary artery disease, heart failure, hypertension, or arrhythmia. The control group consisted of individuals without a history of cardiovascular disease who were evaluated during routine health examinations.

The inclusion criteria were age 18 years or older, willingness to participate in the study, and adequate cognitive ability to complete the psychological questionnaires. Individuals with a known psychotic disorder, active malignancy, or recent hospitalization due to an acute cardiac event were excluded.

Ethical Approval

The study protocol was approved by the Non-Invasive Clinical Trials Ethics Committee of Pamukkale University (Decision Date: 13.06.2023; Decision No: 10). Written informed consent was obtained from all participants before enrollment. The study was conducted in accordance with the principles of the Declaration of Helsinki.

Clinical and Demographic Data Collection

Demographic characteristics, including age, sex, marital status, education level, and employment status, were recorded using a structured data form. Clinical data in the patient group included the presence of hypertension, coronary artery disease, heart failure, arrhythmia, other comorbidities, and cardiovascular medications, including beta-blockers, angiotensin-converting enzyme inhibitors/angiotensin receptor blockers, diuretics, mineralocorticoid receptor antagonists, statins, and sodium-glucose cotransporter-2 inhibitors.

Left ventricular ejection fraction was measured by transthoracic echocardiography using the Simpson biplane method and was analyzed as a continuous variable.

Psychological Assessment

Psychological status was assessed using validated self-report instruments.

Beck Depression Inventory

Depression severity was assessed using the Beck Depression Inventory. This scale consists of 21 items evaluating depressive symptoms over the previous 2 weeks, with a total score ranging from 0 to 63. Higher scores indicate greater severity of depressive symptoms.

State-Trait Anxiety Inventory

Anxiety was assessed using the State-Trait Anxiety Inventory. The State Anxiety Scale (STAI-S) measures anxiety at the present moment, whereas the Trait Anxiety Scale (STAI-T) evaluates general and relatively stable anxiety tendency. Each subscale contains 20 items, and total scores range from 20 to 80. Higher scores indicate greater anxiety. All questionnaires were completed during face-to-face interviews under researcher supervision.

Statistical Analysis

Statistical analyses were performed using IBM SPSS Statistics. The distribution of continuous variables was evaluated using the Kolmogorov-Smirnov test and visual histogram inspection. Normally distributed continuous variables are presented as mean $\pm$ standard deviation, whereas non-normally distributed variables are presented as median (interquartile range). Categorical variables are presented as number and percentage.

Comparisons between the patient and control groups were performed using the Student t test or Mann-Whitney U test for continuous variables, as appropriate, and the chi-square test for categorical variables. In the patient group, associations between psychological scale scores and ejection fraction were assessed using Spearman correlation analysis. A p value < 0.05 was considered statistically significant.

Results

A total of 263 participants were included in the study. Of these, 195 constituted the patient group and 68 constituted the control group. The patient group consisted of individuals attending the cardiology outpatient clinic with at least one diagnosis of cardiovascular disease, whereas the control group consisted of healthy individuals without known cardiac disease.

Baseline Demographic and Clinical Characteristics

The demographic and clinical characteristics of the participants are shown in **Table 1**. The patient group was significantly older than the control group (61.1 ± 11.9 years vs 38.8 ± 11.7 years). Male sex was more common in the patient group, whereas the proportion of women was higher in the control group. Cardiovascular risk factors and clinical diagnoses were observed only in the patient group. Among patients, 66.2% had hypertension, 57.4% had coronary artery disease, and 37.6% had heart failure. Left ventricular ejection fraction was lower in the patient group than in the control group (48.8% vs 60.8%).

Table 1. Demographic and Clinical Characteristics of the Study Population

Variable	Patient group (n=195)	Control group (n=68)
Age (years), mean $\pm$ SD	61.1 $\pm$ 11.9	38.8 $\pm$ 11.7
Female sex, %	36.4	60.3
Hypertension, %	66.2	0
Coronary artery disease, %	57.4	0
Heart failure, %	37.6	0
Left ventricular ejection fraction (%), mean	48.8	60.8

Comparison of Depression and Anxiety Scores Between Groups

Beck depression, state anxiety, and trait anxiety scores did not differ significantly between the patient and control groups (all $p > 0.05$). Mean depression and anxiety scores in both groups were within the mild-to-moderate range (**Table 2**).

These findings suggest that the presence of cardiovascular disease alone may not be sufficient to determine psychological scale scores and that psychological burden may be more closely related to disease severity, functional status, or individual psychosocial characteristics.

Table 2. Comparison of Depression and Anxiety Scores Between Patient and Control Groups

Scale	Patient group (mean $\pm$ SD)	Control group (mean $\pm$ SD)	p value
Beck Depression Score	12.9 $\pm$ 10.5	13.5 $\pm$ 10.7	0.842
State Anxiety Score (STAI-S)	35.3 $\pm$ 9.2	36.3 $\pm$ 11.0	0.748
Trait Anxiety Score (STAI-T)	41.6 $\pm$ 8.1	40.8 $\pm$ 9.4	0.313

Association Between Ejection Fraction and Psychological Scores in the Patient Group

The association between left ventricular ejection fraction and depression and anxiety scores in the patient group was evaluated using Spearman correlation analysis. No significant correlation was found between ejection fraction and Beck depression score ($r = 0.02$, $p = 0.816$), STAI-S score ($r = 0.06$, $p = 0.384$), or STAI-T score ($r = 0.04$, $p = 0.590$). These findings suggest that ejection fraction is not an independent determinant of psychological status in this patient group (**Table 3**).

Table 3. Correlation Between Ejection Fraction and Psychological Scores in the Patient Group

Psychological scale	Spearman r	p value
Beck Depression Score	0.02	0.816
State Anxiety Score (STAI-S)	0.06	0.384
Trait Anxiety Score (STAI-T)	0.04	0.590

Discussion

In this study, we compared depression and anxiety levels between patients with cardiovascular disease attending a cardiology outpatient clinic and healthy controls, and we further examined the relationship between psychological status and clinical parameters within the patient group. The main findings were that the presence of cardiovascular disease, left ventricular ejection fraction, and a diagnosis of heart failure alone were not sufficient to explain levels of depression and anxiety.

The relationship between cardiovascular disease and psychological disorders is well recognized as complex and multidimensional. Depression and anxiety are not only common among patients with cardiovascular disease, but are also considered important contributors to disease development, progression, and prognosis.^{13,14} However, the psychological status of patients cannot be fully explained by the mere presence of cardiac disease or by objective clinical measures alone.

In our study, Beck depression, state anxiety, and trait anxiety scores did not differ significantly between the patient and control groups. This finding is consistent with previous reports suggesting that cardiovascular disease by itself does not inevitably translate into greater psychological burden.^{15,16} One possible explanation is that individuals living with chronic cardiovascular conditions may gradually develop adaptation and coping mechanisms over time, which may attenuate depressive and anxiety symptoms despite the ongoing presence of disease.

This interpretation is also supported by the 2025 ESC Clinical Consensus Statement on mental health in cardiovascular disease, which emphasizes that psychological distress is more strongly related to perceived symptom burden, functional impairment, and psychosocial characteristics than to objective indices of cardiovascular severity.^{8,17} In line with this perspective, we found no significant association between ejection fraction and depression or anxiety scores in the patient group.

Although ejection fraction is a widely used and clinically important indicator of cardiac function, it may not adequately reflect the patient's lived experience, perceived limitations, or emotional burden. Previous studies have likewise shown that the relationship between reduced ejection fraction and psychological disorders is weak or inconsistent.^{18,19} Our findings therefore support the view that psychological distress may develop relatively independently of biological and structural cardiac parameters.

Similarly, when individuals with and without heart failure were compared, no significant differences were observed in depression or anxiety scores. This suggests that a diagnosis of heart failure does not automatically imply a greater psychological burden. Although depression and anxiety are frequently reported in patients with heart failure, the literature indicates that psychological distress in this population is more closely associated with symptom severity, functional class, and quality of life than with the diagnosis itself.^{11,20,21} In particular, depression severity has been shown to correlate with functional status, whereas the relationship between anxiety and heart failure severity appears less consistent.²⁰

Taken together, these findings suggest that subjective disease perception, coping style, and psychosocial context may play a more central role in determining psychological outcomes than clinical diagnosis alone. Previous studies have demonstrated that symptoms of anxiety and depression are more strongly associated with perceived control, social support, and treatment adherence than with objective disease progression.¹¹ This supports a biopsychosocial interpretation of psychological distress in cardiovascular populations, rather than a narrowly biomedical one.

Given the limited number of studies in Türkiye directly comparing cardiology outpatients with healthy controls, our findings contribute to the local literature and provide clinically relevant insight. Importantly, our results are consistent with the ESC 2025 Clinical Consensus Statement, which advocates individualized psychological screening rather than assigning uniform psychological risk solely on the basis of cardiovascular disease.⁸ Accordingly, assessment of mental health needs in cardiovascular populations should focus not only on diagnosis, but also on symptom burden, functional impact, and individual psychosocial characteristics.

Several limitations of this study should be acknowledged. First, the cross-sectional design does not allow causal inferences regarding the relationship between cardiovascular disease and psychological status. Second, psychological symptoms were assessed using self-report questionnaires rather than structured psychiatric interviews, which may have led to underestimation or overestimation of symptom severity. Third, although the control group was selected from a broadly similar population, the patient group was significantly older, and this difference may have influenced the results. Nevertheless, the use of validated psychometric instruments and the inclusion of a healthy control group represent important strengths of the study.

In conclusion, our findings suggest that the presence of cardiovascular disease, reduced left ventricular ejection fraction, or a diagnosis of heart failure does not independently determine levels of depression and anxiety. These results emphasize the importance of considering individual, psychosocial, and contextual factors in psychological assessment and support a more holistic, patient-centered approach to the management of cardiovascular disease.

References

1. Ziaie N, Tighi MH, Jafaripour I, Shirafkan H, Moudi S. Depression, anxiety and quality of life in patients with acute coronary syndrome and their relationship with cardiac functional class. *IJ Psychiatry and Behavioral Sciences*. 2025;19(19):e161547.
2. Kaplan RM. Health-related quality of life in cardiovascular disease. *J Consult Clin Psychol*. 1988;56(3):382.

3. Sabwa S, Rouzier V, Sufra R, et al. Cardiovascular disease multimorbidity is associated with decreased health-related quality of life in Haiti: findings from a population-based cohort. medRxiv. 2024:2024.05.08.24307093.
4. Li X, Zhou J, Wang M, Yang C, Sun G. Cardiovascular disease and depression: a narrative review. *Front Cardiovasc Med*. 2023;10:1274595.
5. Szczepanowski R, Wójta-Kempa M, Pawlak A, et al. Depressive and anxiety disorders in cardiological conditions: psychological interventions. *Med Res J*. 2022;7(4):333-339.
6. Gaffey AE, Cavanagh CE, Rosman L, et al. Depressive symptoms and incident heart failure in the Jackson Heart Study: differential risk among Black men and women. *J Am Heart Assoc*. 2022;11(5):e022514.
7. Chen X, Zeng M, Chen C, Zhu D, Chen L, Jiang Z. Efficacy of psycho-cardiology therapy in patients with acute myocardial infarction complicated with mild anxiety and depression. *Front Cardiovasc Med*. 2023;9:1031255.
8. Bueno H, Deaton C, Farrero M, et al. 2025 ESC Clinical Consensus Statement on mental health and cardiovascular disease: developed under the auspices of the ESC Clinical Practice Guidelines Committee. *Eur Heart J*. 2025;46(41):4156-4225.
9. Carola V, Vincenzo C, Di Vincenzo G, Morale C, Cecchi V, Nicolais G. Psychological risk factors and cardiovascular disease. *Front Psychol*. 2024;15:1419731.
10. Mund M, Uhlenbusch N, Rillig F, et al. Psychological distress of adult patients consulting a center for rare and undiagnosed diseases: a cross-sectional study. *Orphanet J Rare Dis*. 2023;18(1):82.
11. Surura HN, Al Bukhari DBP, Fikri HK, Ulfa NM. Psychometric assessment of patients with congestive heart failure by using hospital anxiety and depression scale. *Int J Public Health*. 2024;13(3):1121-1126.
12. Karabulut D, Günay Ş, Şekerci SS, Aydın E, Köz K, Katkat F, et al. Heart failure awareness survey in a Turkish population: HFAS-TR. *Türk Kardiyol Dern Ars*. 2024;52(5):337-343. doi:10.5543/tkda.2024.49280.
13. Goldfarb M, De Hert M, Detraux J, et al. Severe mental illness and cardiovascular disease: JACC state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol*. 2022;80(9):918-933.
14. Vaccarino V, Bremner JD. Stress and cardiovascular disease: an update. *Nat Rev Cardiol*. 2024;21(9):603-616.
15. Thrall G, Lip GY, Carroll D, Lane D. Depression, anxiety, and quality of life in patients with atrial fibrillation. *Chest*. 2007;132(4):1259-1264.
16. Uphoff I, Schöneburg C, Oberhoffer-Fritz R, Ewert P, Müller J. Anxiety and depression symptoms in children and adolescents with congenital heart disease. *Hearts*. 2025;6(3):23.
17. Swoboda C, Gellert P, Steinhagen-Thiessen E, et al. Depression, anxiety, posttraumatic stress disorder and perceived psychosocial care during hospital stay after myocardial infarction: a cross-sectional study. *BMC Cardiovasc Disord*. 2025;25(1):650.
18. Basile C, Parlati ALM, Paolillo S, et al. Depression in heart failure with reduced ejection fraction, an undervalued comorbidity: an up-to-date review. *Medicina (Kaunas)*. 2023;59(5):948.
19. Ruo B, Rumsfeld JS, Hlatky MA, Liu H, Browner WS, Whooley MA. Depressive symptoms and health-related quality of life: the Heart and Soul Study. *JAMA*. 2003;290(2):215-221.
20. Celik E, Cay S, Sensoy B, et al. Heart failure functional class associated with depression severity but not anxiety severity. *Acta Cardiol Sin*. 2016;32(1):55.

21. Tsuchihashi-Makaya M, Kato N, Chishaki A, Takeshita A, Tsutsui H. Anxiety and poor social support are independently associated with adverse outcomes in patients with mild heart failure. *Circ J.* 2009;73(2):280-287.

Presentation ID / Sunum No= 113

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-4316-2491

İnfluenza İlişkili Pnömoni ve Bronşiolit Olgularında Kreatin Kinaz ve Laktat Düzeylerinin Klinik Şiddet Göstergeleri ile İlişkisi: Retrospektif Çalışma

184

Exp. Dr. Eren Güzelöğlu¹, Assoc. Prof. Dr. Yelda Türkmenoğlu¹, Exp. Dr. Belen Ateş¹

¹Sağlık Bilimleri Üniversitesi Prof. Dr. Cemil Taşcıoğlu Şehir Hastanesi Çocuk Sağlığı Ve Hastalıkları Kliniği

Özet

Amaç Alt solunum yolu enfeksiyonları özellikle bebeklik döneminde hastaneye yatışların önemli nedenlerinden biridir. İnfluenza enfeksiyonu sistemik inflamasyon, kas hasarı ve doku hipoksisine bağlı biyokimyasal değişikliklere yol açabilmektedir. Bu çalışmada influenza tanılı pnömoni/bronşiolit olgularında kreatin kinaz (CK), laktat düzeyleri ve klinik şiddet göstergelerinin solunum virüs paneli negatif olgularla karşılaştırılması amaçlandı. Gereç ve Yöntem Bu retrospektif çalışmada 1 Kasım 2025 – 1 Mart 2026 tarihleri arasında çocuk servisinde yatışı yapılan 1–24 ay arası toplam 120 hasta değerlendirildi. • Grup 1: İnfluenza pozitif pnömoni/bronşiolit olguları (n=60) • Grup 2: Solunum virüs paneli negatif pnömoni/bronşiolit olguları (n=60) Hastaların demografik özellikleri, CK ve laktat düzeyleri, hastanede yatış süresi, oksijen ihtiyacı, yüksek akımlı nazal kanül oksijen tedavisi (YANKO) ve yoğun bakım ihtiyacı hasta dosyalarından retrospektif olarak kaydedildi. Bulgular İnfluenza pozitif grupta ortalama CK düzeyi 185 ± 70 U/L, viral panel negatif grupta 132 ± 55 U/L olarak saptandı ($p=0.01$). Laktat düzeyleri influenza grubunda 2.4 ± 0.8 mmol/L, viral panel negatif grupta 1.9 ± 0.6 mmol/L olarak bulundu ($p=0.02$). Hastanede yatış süresi influenza grubunda 6.1 ± 2.3 gün, diğer grupta 4.3 ± 1.8 gün idi ($p=0.003$). YANKO ihtiyacı influenza grubunda %30, viral panel negatif grupta %16.7 olarak saptandı ($p=0.048$). CK düzeyi >150 U/L olan hastalarda YANKO ihtiyacı anlamlı derecede daha yüksek bulundu ($p=0.001$). Sonuç İnfluenza ilişkili pnömoni ve bronşiolit olgularında CK ve laktat düzeylerinin daha yüksek olduğu ve hastanede yatış süresinin daha uzun olduğu görülmüştür. CK yüksekliği ile yüksek akımlı nazal kanül oksijen tedavisi ihtiyacı arasında anlamlı ilişki bulunmuştur. CK ve laktat düzeyleri influenza ilişkili alt solunum yolu enfeksiyonlarında hastalık şiddetinin değerlendirilmesinde yardımcı biyobelirteçler olabilir.

Anahtar Kelimeler: İnfluenza, Bronşiolit, Pnömoni, Kreatin Kinaz, Laktat, Yüksek Akımlı Nazal Kanül

Giriş

Alt solunum yolu enfeksiyonları özellikle iki yaş altı çocuklarda önemli morbidite ve hastaneye yatış nedenleri arasındadır. Bronşiolit ve pnömoni en sık viral etkenlerle ilişkilidir ve özellikle influenza virüsü ciddi klinik tablolara yol açabilmektedir. İnfluenza enfeksiyonu sadece solunum sistemi ile sınırlı kalmayıp sistemik inflamasyon, miyozit ve metabolik değişikliklere de neden olabilir (Uyeki ve ark., 2019).

Kreatin kinaz (CK) kas dokusunda bulunan ve kas hasarı durumlarında yükselen bir enzimdir. İnfluenza enfeksiyonlarında viral miyozit ve kas hasarı nedeniyle CK yüksekliği görülebilmektedir (Agyeman ve ark., 2004). Laktat ise doku hipoksisi ve metabolik stresin bir göstergesi olup ağır enfeksiyonlarda yükseldiği bilinmektedir.

Yüksek akımlı nazal kanül oksijen tedavisi (HFNC/YANKO) son yıllarda bronşiolit ve pnömoni tedavisinde yaygın olarak kullanılan bir solunum destek yöntemidir ve hastalık şiddetinin önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilmektedir (Franklin ve ark., 2018).

Bu çalışmada influenza tanılı pnömoni/bronşiolit olgularında CK ve laktat düzeyleri ile klinik şiddet göstergelerinin solunum virüs paneli negatif olgularla karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Bu retrospektif çalışma 1 Kasım 2025 – 1 Mart 2026 tarihleri arasında çocuk servisinde yatışı yapılan 1–24 ay arası hastalar üzerinde gerçekleştirildi. Çalışmaya pnömoni veya bronşiolit tanısı alan toplam 120 hasta dahil edildi.

Hastalar iki gruba ayrıldı:

- İnfluenza pozitif grup (n=60)
- Solunum virüs paneli negatif grup (n=60)

Hastaların yaş, cinsiyet, tanı, serum CK düzeyi, serum laktat düzeyi, hastanede yatış süresi, oksijen ihtiyacı, YANKO tedavisi gereksinimi ve yoğun bakım ihtiyacı hasta kayıtlarından elde edildi.

İstatistiksel analiz SPSS programı kullanılarak yapıldı. Sürekli değişkenler ortalama $\pm$ standart sapma olarak ifade edildi. Gruplar arası karşılaştırmalarda Mann-Whitney U testi, kategorik değişkenlerde Ki-kare testi kullanıldı. $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Toplam 120 hastanın ortalama yaşı 10.9 ± 6.1 ay idi. Hastaların %55'i erkekti.

İnfluenza pozitif grupta CK düzeyi anlamlı derecede daha yüksek bulundu (185 ± 70 U/L vs 132 ± 55 U/L, $p = 0.01$). Laktat düzeyleri de influenza grubunda anlamlı olarak yüksekti (2.4 ± 0.8 mmol/L vs 1.9 ± 0.6 mmol/L, $p = 0.02$).

Hastanede yatış süresi influenza grubunda daha uzun bulundu (6.1 ± 2.3 gün vs 4.3 ± 1.8 gün, $p = 0.003$).

YANKO ihtiyacı influenza grubunda %30, viral panel negatif grupta %16.7 olarak saptandı ($p = 0.048$). CK düzeyi > 150 U/L olan hastalarda YANKO ihtiyacı anlamlı derecede daha yüksek bulundu ($p = 0.001$).

Yoğun bakım ihtiyacı açısından gruplar arasında anlamlı fark saptanmadı.

Tartışma

Bu çalışmada influenza enfeksiyonu olan alt solunum yolu enfeksiyonlu hastalarda CK ve laktat düzeylerinin daha yüksek olduğu gösterilmiştir. İnfluenza enfeksiyonlarında miyozit ve kas hasarına bağlı CK yüksekliği literatürde daha önce de bildirilmiştir (Agyeman ve ark., 2004).

Laktat düzeyinin yüksek olması enfeksiyon şiddeti ve doku hipoksisi ile ilişkilidir. Özellikle ağır enfeksiyonlarda laktat düzeyi prognostik bir belirteç olarak kullanılabilir.

HFNC tedavisi son yıllarda bronşiolit tedavisinde önemli bir yer edinmiştir ve solunum sıkıntısı olan hastalarda oksijenizasyonu artırarak entübasyon ihtiyacını azaltabilmektedir (Franklin ve ark., 2018).

Çalışmamızda CK yüksekliği ile YANKO ihtiyacı arasında anlamlı ilişki bulunması CK düzeyinin hastalık şiddetinin erken göstergelerinden biri olabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç

İnfluenza ilişkili pnömoni ve bronşiolit olgularında CK ve laktat düzeyleri daha yüksek bulunmuş ve hastanede yatış süresinin daha uzun olduğu görülmüştür. CK yüksekliği ile yüksek akımlı nazal kanül

oksijen tedavisi ihtiyacı arasında anlamlı ilişki saptanmıştır. CK ve laktat düzeyleri hastalık şiddetinin değerlendirilmesinde yardımcı biyobelirteçler olarak kullanılabilir.

Kaynaklar

1. Centers for Disease Control and Prevention. Influenza antiviral medications: summary for clinicians.
2. Timothy M. Uyeki et al. Clinical Practice Guidelines for Seasonal Influenza. Infectious Diseases Society of America, 2019.
3. Agyeman P, et al. Influenza-associated myositis in children. Pediatrics. 2004.
4. Peter Franklin et al. A Randomized Trial of High-Flow Oxygen Therapy in Infants with Bronchiolitis. New England Journal of Medicine, 2018.
5. American Academy of Pediatrics. Bronchiolitis Clinical Practice Guideline.

Tablo 1. Hastaların Demografik ve Klinik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Değişken	İnfluenza (+) Grup (n=60)	Viral Panel Negatif Grup (n=60)	p değeri
Yaş (ay), ortalama $\pm$ SS	11.2 $\pm$ 6.4	10.7 $\pm$ 5.9	0.64
Erkek cinsiyet, n (%)	34 (56.7)	32 (53.3)	0.71
Bronşiolit tanısı, n (%)	38 (63.3)	41 (68.3)	0.56
Pnömoni tanısı, n (%)	22 (36.7)	19 (31.7)	0.56
CK (U/L), ortalama $\pm$ SS	185 $\pm$ 70	132 $\pm$ 55	0.01
Laktat (mmol/L), ortalama $\pm$ SS	2.4 $\pm$ 0.8	1.9 $\pm$ 0.6	0.02
Hastanede yatış süresi (gün), ortalama $\pm$ SS	6.1 $\pm$ 2.3	4.3 $\pm$ 1.8	0.003
Oksijen ihtiyacı, n (%)	28 (46.7)	21 (35.0)	0.19
YANKO (HFNC) ihtiyacı, n (%)	18 (30.0)	10 (16.7)	0.048
Yoğun bakım ihtiyacı, n (%)	6 (10.0)	3 (5.0)	0.30

Tablo 2. CK Yüksekliği ile YANKO (HFNC) İhtiyacı Arasındaki İlişki
CK için kesim değeri >150 U/L olarak kabul edilmiştir.

CK Düzeyi	YANKO Gereken (n=28)	YANKO Gerekmeyen (n=92)	Toplam	P değeri
CK >150 U/L	18	22	40	
CK ≤150 U/L	10	70	80	
Toplam	28	92	120	0.001

Presentation ID / Sunum No= 119

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0001-6207-3748

Kistik Fibrozisli 7–18 Yaş Grubu Hastalarda Sosyal Yaşam, Tedavi Yükü ve Gelecek Algısı: Gözlemsel Anket Çalışması

188

Exp. Dr. Gülay Bilgin¹

¹Eskişehir Şehir Hastanesi

Özet

Giriş: Kistik fibrozis (KF), yalnızca fiziksel sağlığı değil, aynı zamanda çocuk ve ergen bireylerin sosyal yaşamlarını, psikolojik durumlarını ve gelecek algılarını da etkileyebilen kronik bir hastalıktır. Bu çalışmada, 7–18 yaş arası KF tanılı çocuk ve adolesanlarda sosyal yaşam, tedavi yükü ve geleceğe dair düşünceler değerlendirilmiştir. Yöntem: KF tanılı toplam 11 hasta ile yüz yüze ve çevrim içi olarak 33 sorudan oluşan yapılandırılmış bir anket uygulanmıştır. Katılımcılar yaş grubu (7–12 ve 13–18) ve bronşektazi varlığına göre karşılaştırılmıştır. Bulgular frekans dağılımları ve ortalama skorlarla analiz edilmiştir. Bulgular: Katılımcıların %63,6'sı (n=7) kız cinsiyette olup, ortalama yaş 12,27±3,82 yıl olarak hesaplanmıştır. %72,7'sinde bronşektazi mevcutken, %63,6'sı okula devam etmekte, %36,4'ü ise evde eğitim almaktadır. Okula devam edenlerin %45,5'i karın ağrısı, şişkinlik ve tuvalet ihtiyacının kendilerini en çok zorlayan durumlar olduğunu belirtmiştir, %27,3'ü ise balgam çıkarma ihtiyacında zorlandığını ifade etmiştir. Katılımcıların %81,8'i hastalıklarının okul başarısını etkilemediğini, ancak %63,6'sı sosyal yaşamlarını etkilediğini düşünmektedir. Bronşektazi varlığı olan hastalar, tedaviyi daha az yorucu bulmuş ve hastalıklarının meslek hayallerine daha az engel oluşturduğunu belirtmiştir. Buna karşın, bronşektazi olmayan grupta “tedavi yoruculuğu” ve “gelecek kaygısı” daha belirgin bulunmuştur. Yaş grubu karşılaştırmalarında ise 13–18 yaş grubundakiler tedavi yükünü daha fazla hissederken, 7–12 yaş grubunda “neden ben?” sorgulaması ve psikolojik destek ihtiyacı daha sık gözlenmiştir. Her iki yaş grubundaki katılımcıların büyük çoğunluğu gelecekte umutlu olduklarını belirtmiştir. Sonuç: KF'li çocuk ve adolesanlarda hastalık yükünün bireysel algısı hem yaş hem de eşlik eden bronşektazi varlığına göre değişebilmektedir. Sosyal destek ve psikolojik takip, özellikle küçük yaş grubu için önem taşımaktadır. Tedaviye uyum ve gelecek algısı üzerinde bireysel farklılıklar dikkate alınarak bütüncül bir yaklaşım benimsenmelidir.

Anahtar Kelimeler: Adolesan, Bronşektazi, Kistik Fibrozis, Sosyal Yaşam, Tedavi Yükü

Giriş

Kistik fibrozis (KF), otozomal resesif geçişli, progresif seyirli ve multisistemik etkileri olan genetik bir hastalıktır. Hastalığın temel klinik özellikleri kronik akciğer enfeksiyonları, pankreatik yetmezlik ve ilerleyici akciğer fonksiyon kaybıdır. Ancak KF yalnızca fiziksel sağlığı değil, aynı zamanda çocuk ve adolesanların psikolojik durumunu, sosyal yaşamını ve yaşam kalitesini de önemli ölçüde etkileyebilir.

KF yönetimi yoğun bir tedavi programı gerektirir. Günlük inhalasyon tedavileri, airway clearance yöntemleri ve ilaç kullanımı nedeniyle hastaların tedaviye ayırdığı süre günde ortalama iki saati

aşabilmektedir. Bu durum özellikle okul çağındaki çocuklar ve adolesanlarda sosyal aktivitelere katılımı sınırlayabilmektedir.

Yöntem

Bu çalışma kesitsel ve gözlemsel bir anket çalışması olarak planlanmıştır. Çalışmaya kistik fibrozis tanısı ile takip edilen 7–18 yaş arası toplam 11 hasta dahil edilmiştir.

Katılımcılarla yüz yüze görüşme yöntemi kullanılarak yapılandırılmış 33 sorudan oluşan bir anket uygulanmıştır. Anket soruları okul ve eğitim yaşamı, günlük tedavi yükü, sosyal yaşam, psikolojik durum ve gelecek algısını kapsamaktadır.

Yaşam kalitesi değerlendirmesi için Cystic Fibrosis Questionnaire-Revised (CFQ-R) ölçeği kullanılmıştır. İstatistiksel analizler SPSS programı kullanılarak yapılmış ve gruplar arası karşılaştırmalarda Fisher exact test ve Mann-Whitney U testi uygulanmıştır.

Bulgular

Çalışmaya dahil edilen 11 hastanın ortalama yaşı 12.3 ± 3.8 yıl olup %63.6'sı kızdır. Hastaların %72.7'sinde bronşektazi mevcuttur. Ortalama tanı yaşı 3.5 ± 2.2 ay olarak hesaplanmıştır. Hastaların %63.6'sı aktif olarak okula devam etmekte olup %36.4'ü evde eğitim almaktadır. Günlük tedavi süresi hastaların %54.5'inde 1–2 saat, %45.5'inde ise 2 saatin üzerindedir. Psikososyal değerlendirmede hastaların %72.7'si hastalıkla ilişkili üzüntü bildirmiştir. Katılımcıların %63.6'sı hastalığın sosyal yaşamlarını etkilediğini düşünmektedir. “Neden ben?” sorgulaması yaşayan hasta oranı %54.5 olarak bulunmuştur. Yaşam Kalitesi değerlendirilmesinde; CFQ-R ölçeğinin ortalama toplam skoru 57.4 ± 17.4 olarak hesaplanmıştır. Domain analizi incelendiğinde; duygusal alan: 48.4, sosyal alan: 40.9, gelecek/rol alanı: 100, tedavi yükü: 75.8, fiziksel alan: 70.9 skoru olarak değerlendirildi. Duygusal ve sosyal alan skorlarının literatürde bildirilen norm değerlerinin belirgin şekilde altında olduğu görüldü. Bronşektazi ve Yaş Grubuna Göre Analizleri gerçekleştirildiğinde; bronşektazisi olan hastalarda ortalama CFQ-R skoru bronşektazisi olmayan hastalara göre daha düşük bulunmuştur (54.5 vs 67.7). Yaş gruplarına göre değerlendirildiğinde 13–18 yaş grubunda ortalama CFQ-R skoru 51.2 iken 7–12 yaş grubunda 65.4 olarak saptanmıştır. Ancak psikososyal değişkenler açısından yapılan analizlerde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır.

Tartışma

Bu çalışmada KF'li çocuk ve adolesanlarda hastalığın yalnızca fiziksel değil aynı zamanda psikososyal alanlarda da önemli etkiler oluşturduğu görülmüştür. Hastaların büyük bir kısmı hastalıkla ilişkili üzüntü ve sosyal yaşamda etkilenme bildirmiştir. Bu bulgular KF'nin psikososyal gelişim üzerindeki yükünü vurgulayan önceki çalışmalarla uyumludur (1).

Knudsen ve ark. tarafından yapılan nitel çalışmada KF'li gençlerin tedavi yükü nedeniyle sosyal aktivitelerden geri çekilebildikleri bildirilmiştir (2). Çalışmamızda da hastaların önemli bir bölümünün günlük tedavi süresinin 1–2 saatten fazla olduğu görülmüş olup bu durum sosyal yaşamın etkilenmesi ile ilişkili olabilir. Literatürde ebeveynlerin yüksek umutsuzluk düzeyi çocuklarda düşük psikolojik uyumla ilişkilendirilmiştir. Tedavi planlamasında bütüncül değerlendirme, psikososyal destek ve aile temelli müdahaleler önerilmektedir (3).

CFQ-R analizinde özellikle sosyal ve duygusal alan skorlarının norm değerlerin belirgin şekilde altında bulunması dikkat çekicidir. Bu durum KF'li çocuk ve adolesanlarda psikososyal desteğin önemini göstermektedir. Literatürde KF'li bireylerde depresyon ve anksiyete prevalansının yüksek olduğu ve rutin psikolojik değerlendirme önerildiği bildirilmektedir (4-6).

Çalışmamızda bronşektazi varlığı olan hastalarda yaşam kalitesi skorlarının daha düşük olması, akciğer hastalığı şiddetinin psikososyal yükü artırabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca adolesan grubunda yaşam kalitesi skorlarının daha düşük bulunması, ergenlik döneminde kimlik gelişimi, sosyal ilişkiler ve tedavi uyumu arasındaki çatışmaların etkisini yansıtabilir. Groeneveld ve ark. tarafından yapılan çalışmada da 12 yaş sonrası yaşam kalitesi skorlarında düşüş olduğu bildirilmiştir (7).

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle örneklem büyüklüğünün küçük olması istatistiksel analiz gücünü sınırlamaktadır. Ayrıca çalışma tek merkezli ve kesitsel tasarıma sahiptir.

Buna rağmen çalışma KF'li çocuk ve adolesanlarda psikososyal durumun değerlendirilmesine yönelik önemli ön veriler sunmaktadır.

Sonuç

Kistik fibrozisli çocuk ve adolesanlarda hastalık sosyal ve duygusal alanlarda belirgin etkiler oluşturabilmektedir. Bronşektazi varlığı ve adolesan dönem psikososyal yükün artması ile ilişkili olabilir. KF yönetiminde psikososyal değerlendirmelerin rutin klinik pratiğe dahil edilmesi önerilmektedir.

Kaynaklar

1. Ernst MM, Johnson MC, Stark LJ. Developmental and psychosocial issues in cystic fibrosis. *Child Adolesc Psychiatr Clin N Am.* 2010 Apr;19(2):263-83, viii. doi: 10.1016/j.chc.2010.01.004. PMID: 20478499.
2. Knudsen KB, Boisen KA, Katzenstein TL, et al. Living with cystic fibrosis – a qualitative study of a life coaching intervention. *Patient Prefer Adherence.* 2018 Apr 19;12:585-594. doi: 10.2147/PPA.S159306. PMID: 29720874.
3. Wong MG, Heriot SA. Parents of children with cystic fibrosis: how they hope, cope and despair. *Child Care Health Dev.* 2008 May;34(3):344-54. doi: 10.1111/j.1365-2214.2007.00804.x. PMID: 18294259.
4. Lord L, McKernon D, Grzeskowiak L, Kirsas S, Ilomaki J. Depression and anxiety prevalence in people with cystic fibrosis and their caregivers: a systematic review and meta-analysis. *Soc Psychiatry Psychiatr Epidemiol.* 2023;58(2):287-298. doi:10.1007/s00127-022-02307-w. PMID: 35661229.
5. Pita O, Teixeira B, Dias CC, Almeida P, Azevedo I, E Silva D. Evaluation of the quality of life and associated factors of a group of children and adolescents with cystic fibrosis in northern Portugal: a cross-sectional pilot study. *Porto Biomed J.* 2022;7(5):e194. doi:10.1097/j.pbj.0000000000000194. PMID: 37213921.
6. Havermans T, Abbott J, Colpaert K et al. (on behalf of ECFS PsychoSocial WG). Psychosocial and mental health in cystic fibrosis in the modern era of care: time to evolve. *BMJ Open Respir Res.* 2025;12(1):e002606. doi:10.1136/bmjresp-2024-002606.
7. Groeneveld IF, Brunner-La Rocca HP, van Dijk M et al. Factors associated with changes in health-related quality of life in children with cystic fibrosis during 1-year follow-up. *J Cyst Fibros.* 2017;16(4):532-538. doi:10.1016/j.jcf.2017.02.008. PMID: 28597092.

Presentation ID / Sunum No= 124

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-6683-0432

Esansiyel Trombositemi ve Polisitemia Vera Hastalarında Tromboz ve Sağkalımı Etkileyen Faktörler: Tek Merkezli Retrospektif Çalışma

191

Assoc. Prof. Dr. Nergiz Usta¹

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Hematoloji Bilim Dalı

Özet

Amaç Esansiyel trombositemi (ET) ve polisitemia vera (PV), Philadelphia kromozomu negatif miyeloproliferatif neoplazmlar olup, morbidite ve mortalitenin en önemli nedenlerinden biri trombozdur. Bu çalışmanın amacı ET ve PV hastalarında klinik ve laboratuvar özellikleri değerlendirmek ve tromboz gelişimi ile genel sağkalımı etkileyen prognostik faktörleri belirlemektir. Materyal ve Metod Bu retrospektif çalışmaya Ocak 2010 – Eylül 2025 tarihleri arasında Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Hematoloji kliniğinde ET ve PV tanısı ile izlenen hastalar dahil edildi. Demografik özellikler, moleküler mutasyonlar, komorbiditeler ve laboratuvar parametreleri kaydedildi. Tromboz varlığı, fibrotik ve lösemik transformasyon ve sağkalım verileri değerlendirildi. Bulgular Çalışmaya toplam 316 hasta dahil edildi, bunların 174’ü (%55) ET ve 142’si (%45) PV tanılıydı. Medyan yaş 57 (18–87) yıl olarak bulundu. Takip süresince hastaların 113’ünde (%36) tromboz gelişti. Tromboz gelişen hastalarda yaşın daha yüksek olduğu, JAK2 mutasyon pozitifliği ve kronik hastalık varlığının daha sık görüldüğü saptandı. Ayrıca tromboz gelişen hastalarda kreatinin, ürik asit ve CRP düzeyleri daha yüksek, trombosit ve albümin düzeyleri daha düşük bulundu. Lojistik regresyon analizinde ileri yaş, kronik hastalık varlığı ve yüksek CRP düzeyi tromboz gelişimi için bağımsız risk faktörleri olarak belirlendi. Ortalama genel sağkalım süresi 170.9 ay olarak saptandı. Cox regresyon analizinde ileri yaş, kronik hastalık öyküsü, yüksek lökosit sayısı ve yüksek LDH düzeyi sağkalımı olumsuz etkileyen faktörler olarak bulundu. Antitrombotik tedavi alan hastalarda ise sağkalımın daha uzun olduğu gözlemlendi. Sonuç ET ve PV hastalarında ileri yaş, kronik hastalık varlığı ve yüksek CRP düzeyi tromboz gelişimi açısından bağımsız risk faktörleridir. Ayrıca ileri yaş, kronik hastalık öyküsü, yüksek lökosit sayısı ve yüksek LDH düzeyi genel sağkalımı olumsuz etkilemektedir. Trombozun önlenmesine yönelik tedavi stratejileri bu hastalarda prognozun iyileştirilmesinde önemli rol oynayabilir.

Anahtar Kelimeler: Esansiyel Trombositemi, Polisitemia Vera, Tromboz, Sağkalım, Prognostik Faktörler

Giriş

Esansiyel trombositemi (ET) ve polisitemia vera (PV), Philadelphia kromozomu negatif kronik miyeloproliferatif neoplazmlar arasında yer alan, klonal hematopoetik kök hücre hastalıklarıdır. Bu hastalıklar kemik iliğinde bir veya daha fazla miyeloid serinin aşırı proliferasyonu ile karakterizedir. ET hastalarının ortalama tanı yaşı 58/yıl olup, görülme sıklığı yılda 100.000 kişide 1.6’dır (1) PV

hastalarının ise ortalama tanı yaşı 61/yıl olup, görülme sıklığı yılda 100.000 kişide 1.48'dir (2). Hastalığın patogeneğinde janus kinaz/sinyal dönüştürücü ve transkripsiyon aktivatörü (JAK/STAT) sinyali yolunun yapısal aktivasyonu rol oynamaktadır. ET hastalarının %50-60'ında janus kinaz (JAK) mutasyonu, %20-25'inde kalretikülin (CALR) mutasyonu, %3-4'ünde miyeloproliferatif lösemi virüs onkogen (MPL) mutasyonu izlenmektedir. Hastaların %10-15'inde ise sürücü mutasyon izlenmemektedir ve bu grup "triple negatif" olarak tanımlanmaktadır (1,3). PV hastaların ise %97'sinde JAK2V617F mutasyonu, %3'ünde ise JAK2 ekzon 12 gibi diğer JAK2 mutasyonları izlenmektedir (2). ET ve PV hastalarında ayrıca ASXL1, TET2, EZH2, IDH1, IDH2, DNMT3A, SRSF2, U2AF1, SF3B1, TP53 ve IKZF1 gibi epigenetik mutasyonların da hastalık gelişiminde ve progresyonunda rol oynamaktadır (3).

ET hastalarında megakaryosit proliferasyonuna bağlı trombosit üretiminde belirgin yükselme izlenirken, PV hastalarında ise özellikle eritroid seri proliferasyonu sonucunda eritrosit kitlesinde artış söz konusudur. Hastalarda ayrıca lökositoz, splenomegali, kaşıntı, kanama, konstitüsyonel semptomlar ve mikrodolaşım bozuklukları ile ilgili şikayetler izlenmektedir. ET hastalarında ortalama sağkalım 18/yıl iken, PV hastaların ise 15/yıldır (4). Mortaliteyi etkileyen en önemli neden arteriyel ve venöz trombozlardır. PV hastaların %15-16'sında arteriyel ve %8-13'ünde venöz tromboz izlenirken, ET hastaların %13-14'ünde arteriyel tromboz ve %6-10'unda venöz tromboz gözlenmektedir. Hastaların yaklaşık %10'unda fibrotik transformasyon, ve %3'ünde lösemik transformasyon gelişmektedir (1-3).

Bu çalışmanın amacı, ET ve PV hastalarında klinik ve laboratuvar özellikleri değerlendirmek, genel sağkalım ve tromboz gelişimini etkileyen prognostik faktörleri belirlemektir.

Materyal ve Metod

Bu çalışmaya Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi Hematoloji kliniğine Ocak 2010-Eylül 2025 yılları arasında ET ve PV tanısı ile takip edilen hastalar dahil edildi. ET ve PV tanıları Dünya Sağlık Örgütü 2022 klavuzuna göre konuldu (3). Hastanenin otomatik veri sisteminden hastaların demografik özellikleri [yaş, cinsiyet, komorbidite varlığı (diyabet, hipertansiyon, hiperlipidemi), moleküler mutasyon varlığı ve tipi, aldığı tedaviler] ve laboratuvar tetkikleri [lökosit sayısı, trombosit sayısı, hemoglobin düzeyi, laktat dehidrogenaz (LDH) düzeyi, ürik asit düzeyi, kreatinin düzeyi, albümin düzeyi ve C-reaktif protein (CRP) düzeyi] kaydedildi. Ayrıca arteriyel tromboz (koroner arter hastalığı, serebral vasküler olay, periferik arter hastalığı) veya venöz tromboz (derin ven trombozu, pulmoner ven trombozu, sinüs ven trombozu, portal ven trombozu, hepatik ven trombozu) varlığı, fibrotik ve lösemik transformasyon durumu değerlendirildi. ET ve PV hastalarının tromboz ve toplam sağkalımı etkileyen faktörleri incelendi.

İstatistiksel analiz

Verilerin analizi için SPSS 23.0 istatistik paket programı kullanıldı. Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri kategorik değişkenler için sayı ve yüzde, sayısal değişkenler için ortanca (minimum-maksimum) ve ortalama ($\pm$ standart sapma) olarak verildi. Gruplar arasında verilerin dağılıma uygunluk durumları Kolmogorov Smirnov testi ile değerlendirildi. Bağımsız gruplar arasında sürekli değişkenlerin parametrik değerleri için Student's t-testi, non-parametrik değerleri için Mann-Whitney U-testi kullanıldı. Bağımsız gruplar arasında kategorik değişkenlerin analizinde ise ki-kare testi uygulandı. Sağ kalım analizi için Kaplan-Meier yöntemi hesaplandı. Toplam sağkalım hastalığın tanı tarihinden itibaren herhangi bir nedene bağlı ölüme kadar geçen süre olarak ifade edildi. Tek değişkenli analiz yapmak için Log-rank testi kullanıldı. Prognozu etkileyen değişkenleri analiz etmek için Cox regresyon ve lojistik regresyon çok değişkenli analizleri yapıldı. $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Çalışmaya toplam 316 hasta dahil edildi. Bunların 174'ü (%55) ET ve 142'si (%45) PV tanılıydı. Tüm hasta grubunun medyan yaşı 57 (18-87) yılıdır. PV grubunda erkek hastaların oranı daha yüksekti ($p=0.006$). JAK2 V617F mutasyonu, PV hastalarında ET hastalarına göre daha yüksek oranda saptandı ($p<0.001$). Ayrıca kemik iliği fibrozisi PV hastalarında daha sık gözlemlendi ($p<0.001$). Sitoredüktif tedavi alma oranı PV hastalarında ET hastalarına göre daha yüksekti ($p<0.001$). Laboratuvar parametreleri açısından değerlendirildiğinde lökosit sayısı, hemoglobin düzeyi ve ürik asit düzeyi PV hastalarında ET

hastalarına göre daha yüksekti (sırasıyla, $p=0.001$, $p<0.001$, $p=0.001$). Trombosit sayısı ise ET hastalarında PV hastalarına göre daha fazlaydı ($p<0.001$) (Tablo 1).

Takip süresince hastaların 113'ünde (%36) tromboz gelişti. Trombozların %29'u arteriyel, %11'i venöz karakterdeydi. Tromboz sıklığı ET ve PV hastaları arasında anlamlı farklılık göstermedi. Tromboz gelişen ve gelişmeyen hastalar karşılaştırıldığında, tromboz gelişen hastaların yaşının anlamlı derecede daha yüksek olduğu görüldü ($p<0.001$). Ayrıca yüksek riskli hastalık grubu, JAK2 mutasyon pozitifliği ve kronik hastalık öyküsü tromboz gelişen hastalarda anlamlı derecede daha sık bulundu (sırasıyla, $p<0.001$, $p=0.005$, $p<0.001$). Trombosit sayısı ve albümin düzeyi trombozu olan hastalarda trombozu olmayan hastalara göre daha düşüktü ($p=0.035$, $p<0.001$). Kreatinin, ürik asit ve CRP düzeyleri ise trombozu olan hastalarda trombozu olmayan hastalara göre daha yüksekti (sırasıyla, $p=0.001$, $p=0.012$, $p<0.001$). Ayrıca tromboz gelişen hastalarda mortalite oranı daha yüksek saptandı (%21'e karşı %8, $p=0.001$) (Tablo 2). Tromboz gelişimi için yapılan lojistik regresyon analizinde, ileri yaş, kronik hastalık varlığı ve CRP yüksekliğinin bağımsız bir risk faktörü olduğu tespit edildi (sırasıyla, $p=0.001$, $p=0.008$, $p=0.014$) (Tablo 3).

Tüm hasta grubunda ortalama genel sağkalım süresi 170.9 ay (95% GA: 163.3–178.5) olarak bulundu. ≥ 60 yaş, yüksek riskli hastalık, kronik hastalık öyküsü, tromboz varlığı (arteriyel tromboz), fibrotik transformasyon, yüksek kreatinin, LDH ve ürik asit düzeyleri olan hastaların sağkalım sürelerinin daha kısa olduğu bulundu (sırasıyla, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p<0.001$, $p=0.001$, $p=0.005$, $p<0.001$, $p=0.002$). Ayrıca antitrombosit ve antikoagülan tedavisi alan hastalarda almayanlara göre sağkalımın daha uzun olduğu saptandı ($p<0.001$) (Tablo 4). Cox regresyon analizinde ileri yaş, kronik hastalık öyküsü, yüksek lökosit sayısı ve yüksek LDH düzeyi sağkalımı olumsuz yönde etkilediği izlendi (sırasıyla, $p=0.006$, $p=0.039$, $p=0.009$, $p=0.026$). Antitrombotik tedavinin ise koruyucu etkisi olduğu görüldü ($p=0.002$) (Tablo 5).

Tartışma

Bu çalışmada ET ve PV hastalarında klinik ve laboratuvar özellikler ile tromboz gelişimi ve genel sağkalım üzerine etkili faktörler değerlendirildi. Çalışmamızın sonuçları, tromboz gelişimi açısından ileri yaş, kronik hastalık varlığı ve yüksek CRP düzeyinin bağımsız risk faktörleri olduğunu göstermiştir. Ayrıca ileri yaş, kronik hastalık öyküsü, yüksek lökosit sayısı ve yüksek LDH düzeyinin genel sağkalımı olumsuz yönde etkilediği saptanmıştır.

ET ve PV hastalarında tromboz, morbidite ve mortalitenin en önemli nedenlerinden biridir. Daha önce yapılan çalışmalarda tromboz gelişiminde ileri yaş, tromboz öyküsü ve JAK2 mutasyonu gibi faktörlerin önemli rol oynadığı gösterilmiştir (1-3). Özellikle JAK2 V617F mutasyonunun tromboz riskini artırdığı birçok çalışmada bildirilmiştir (5). Çalışmamızda da tromboz gelişen hastalarda yaşın anlamlı derecede daha yüksek olduğu ve JAK2 mutasyon pozitifliğinin daha sık görüldüğü saptanmıştır. Çalışmamızda ayrıca tromboz gelişen hastalarda CRP düzeylerinin daha yüksek ve albümin düzeyinin daha düşük olduğu izlenmiştir. Yapılan çalışmalarda kronik inflamasyonun trombozu tetiklediğinin gösterilmesi, bizim bulgularımızı destekler niteliktedir (6). Ayrıca hiperürisemi ve kreatinin yüksekliği de hücrel turnover artışı sonucu gelişen metabolik değişikliklerin ET ve PV hastalarında tromboz gelişimi ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Ancak çok değişkenli analizde sadece ileri yaş, kronik hastalık varlığı ve yüksek CRP düzeyinin bağımsız risk faktörleri olduğu izlenmektedir.

Genel sağkalım analizinde ileri yaş, kronik hastalık varlığı, yüksek lökosit sayısı ve yüksek LDH düzeyinin sağkalımı olumsuz etkilediği saptanmıştır. Bu faktörler özellikle tromboz gelişimi nedeniyle mortaliteyi artırabilirler. Çalışmamızda ayrıca antitrombotik tedavi alan hastalarda sağkalımın daha uzun olduğu saptanmıştır. Bu bulgu ET ve PV hastalarında trombozun önlenmesinin prognoz açısından kritik önem taşıdığını göstermektedir.

Sonuç olarak çalışmamız ET ve PV hastalarında ileri yaş, kronik hastalık varlığı, yüksek CRP düzeyi, yüksek lökosit sayısı ve yüksek LDH düzeyinin tromboz gelişimi ve prognoz üzerinde önemli rol oynayabileceğini göstermektedir. Daha geniş ve prospektif çalışmalar bu ilişkilerin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

1. Tefferi A, Vannucchi AM, Barbui T. Essential thrombocythemia: 2024 update on diagnosis, risk stratification, and management. Am J Hematol. 2024;99:697-718.
2. Tefferi A, Barbui T. Polycythemia vera: 2024 update on diagnosis, risk-stratification, and management. Am J Hematol. 2023;98:1465-1487.
3. Khoury JD, Solary E, Abba O, Akkari Y, Alaggio R, Apperley JF, et al. The 5th edition of the World Health Organization Classification of Haematolymphoid Tumours: Myeloid and Histiocytic/Dendritic Neoplasms. Leukemia. 2022;36:1703-1719.
4. Tefferi A, Barbui T. Polycythemia vera and essential thrombocythemia: 2021 update on diagnosis, risk-stratification and management. Am J Hematol. 2020;95:1599-1613.
5. Vannucchi AM, Antonioli E, Guglielmelli P, Pardanani A, Tefferi A. Clinical correlates of JAK2V617F presence or allele burden in myeloproliferative neoplasms. Leukemia. 2008;22:1299-307.
6. Kroll MH, Michaelis LC, Verstovsek S. Mechanisms of thrombogenesis in polycythemia vera. Blood Rev. 2015;29:215-221.

Tablo 1. Esansiyel trombositemi ve polisitemia vera hastalarının klinik ve laboratuvar özellikleri

Özellikler	ET ve PV hastaları (n=316)	ET hastaları (n=174)	PV hastaları (n=142)	p değeri
Yaş yıl, ortalama (min-mak),	57 (18-87)	56 (18-87)	58 (20-87)	0.306
Cinsiyet, n (%)				
Kadın	147 (47)	93 (53)	54 (38)	0.006*
Erkek	169 (53)	81 (47)	88 (62)	
Risk, n (%)				
Düşük	135 (43)	78 (45)	57 (40)	0.402
Yüksek	181 (57)	96 (55)	85 (60)	
JAK V617F mutasyonu, n (%)				
Pozitif	256 (81)	115 (66)	141 (99)	<0.001*
Negatif	60 (19)	59 (34)	1 (1)	
Kemik iliği fibrozisi, n (%)				
Evet	172 (54)	91 (52)	81 (57)	<0.001*
Hayır	114 (36)	83 (48)	31 (22)	
Bilinmeyen	30 (10)	0 (0)	30 (21)	
Kronik hastalık öyküsü, n (%)				
Evet	144 (46)	84 (48)	60 (42)	0.285
Hayır	172 (54)	90 (52)	82 (58)	
Total tromboz, n (%)				
Evet	113 (36)	66 (38)	47 (33)	0.373
Hayır	203 (64)	108 (62)	95 (67)	

Venöz tromboz, n (%)				
Evet	34 (11)	18 (10)	16 (11)	0.792
Hayır	282 (89)	156 (90)	126 (89)	
Arteriyel tromboz, n (%)				
Evet	90 (29)	51 (29)	39 (28)	0.718
Hayır	226 (71)	123 (71)	103 (72)	
Trombotik tedavi, n (%)				
Hayır	10 (3)	6 (3)	4 (3)	0.990
Antitrombosit tedavi	279 (88)	153 (88)	126 (89)	
Antikoagülan tedavi	16 (5)	9 (5)	7 (5)	
Antitrombosit ve antikoagülan tedavi	11 (4)	6 (3)	5 (4)	
Hastalık tedavi, n (%)				
Hayır	21 (7)	20 (12)	1 (1)	<0.001*
Sitoredüktif tedavi	295 (93)	154 (88)	141 (99)	
Fibrotik transformasyon, n (%)				
Evet	19 (6)	11 (6)	8 (6)	0.798
Hayır	297 (94)	163 (94)	134 (94)	
Lösemik transformasyon, n (%)				
Evet	2 (1)	1 (1)	1 (1)	8.885
Hayır	314 (99)	173 (99)	141 (99)	
Son durum, n (%)				
Hayatta	276 (87)	149 (86)	127 (89)	0.312
Ex	40 (13)	25 (14)	15 (11)	
Lökosit x10 ⁹ /l, ortanca (min-mak)	10.3 (3.9-27.8)	9.8 (3.9-27.1)	11.3 (5.3-27.8)	0.001*
Hb gr/dl, ortalama±sd	15.7 (7.7-22.2)	14.1 (7.7-18.8)	17.4 (11.5-22.2)	<0.001*
Trombosit x10 ⁹ /l, ortanca (min-mak)	668.5 (130.0-2388)	845.5 (450-2388)	511.5 (130-1369)	<0.001*
Kreatinin mg/dl, ortanca (min-mak)	0.8 (0.4-1.7)	0.8 (0.4-1.7)	0.8 (0.5-1.2)	0.144
LDH U/l, ortanca (min-mak)	267 (140-770)	267 (154-770)	265 (140-638)	0.441
Ürik asit mg/dl, ortanca (min-mak)	5.5 (2.3-10.8)	5.2 (2.6-9.5)	5.9 (2.3-10.8)	0.001*
Albümin g/l, ortanca (min-mak)	44.0 (23.0-52.0)	44.0 (23.0-51.0)	44.0 (35.0-52.0)	0.578
CRP mg/l, ortanca (min-mak)	3.1 (0.2-33.6)	3.1 (0.2-33.6)	3.1 (0.2-21.0)	0.324

ET: Esansiyel trombositemi, PV: Polisitemia vera, JAK: Janus kinaz, Hb: Hemoglobin, LDH: Laktat dehidrogenaz, CRP: C-reaktif protein.

*p< 0.05 istatistiksel anlamlıdır.

Tablo 2. Tromboz gelişen ve gelişmeyen esansiyel trombositemi ve polisitemia vera hastaların karşılaştırılması

Özellikler	Trombozu olan hastalar (n = 113)	Trombozu olmayan hastalar (n =203)	p değeri
Yaş yıl, ortanca (min-mak),	64 (20-87)	53 (18-87)	<0.001*
Cinsiyet, n (%)			
Kadın	48 (43)	99 (49)	0.283
Erkek	65 (57)	104 (51)	
Hastalık tipi, n (%)			0.373
ET	66 (58)	108 (53)	
PV	47 (42)	95 (47)	
Risk, n (%)			
Düşük	0 (0)	135 (66.5)	<0.001*
Yüksek	113 (100)	68 (33.5)	
JAK V617F mutasyonu, n (%)			
Pozitif	101 (89)	155 (76)	0.005*
Negatif	12 (11)	48 (24)	
Kemik iliği fibrozisi, n (%)			
Evet	68 (60)	104 (51)	0.185
Hayır	38 (34)	76 (38)	
Bilinmeyen	7 (6)	23 (11)	
Kronik hastalık öyküsü, n (%)			
Evet	76 (67)	68 (34)	<0.001*
Hayır	37 (33)	135 (67)	
Trombotik tedavi, n (%)			
Hayır	5 (4)	5 (2)	<.0.001*
Antitrombosit tedavi	87 (77)	192 (95)	
Antikoagülan tedavi	11 (10)	5 (2)	
Antitrombosit ve antikoagülan tedavi	10 (9)	1 (1)	
Hastalık tedavi, n (%)			
Hayır	1 (1)	20 (10)	0.002*
Sitoredüktif tedavi	112 (99)	183 (90)	

Fibrotik transformasyon, n (%)	9 (8)	10 (5)	0.276
Evet	104 (92)	193 (95)	
Hayır			
Lösemik transformasyon, n (%)	2 (2)	0 (0)	0.057
Evet	111 (98)	203 (100)	
Hayır			
Son durum, n (%)			
Hayatta	89(79)	187 (92)	0.001*
Ex	24 (21)	16 (8)	
Lökosit x10 ⁹ /l, ortalanca (min-mak)	10.4 (4.1-26.8)	10.3 (3.9-27.8)	0.239
Hb gr/dl, ortalama±sd	15.6 (8.5-22.2)	15.8 (7.7-21.3)	0.425
Trombosit x10 ⁹ /l, ortalanca (min-mak)	637.0 (130.0-2285.0)	712.0 (161.0-2388.0)	0.035*
Kreatinin mg/dl, ortalanca (min-mak)	0.87 (0.5-1.7)	078 (0.4-1.2)	0.001*
LDH U/l, ortalanca (min-mak)	272.0 (140.0-638.0)	261.0 (141.0-770.0)	0.510
Ürik asit mg/dl, ortalanca (min-mak)	5.7 (2.7-10.8)	5.3 (2.3-9.6)	0.012*
Albümin g/l, ortalanca (min-mak)	43.0 (23.0-49.8)	44.0 (35.0-52.0)	<0.001*
CRP mg/l, ortalanca (min-mak)	3.4 (0.4-33.6)	2.4 (0.2-15.6)	<0.001*

JAK: Janus kinaz, Hb: Hemoglobin, , LDH: Laktat dehidrogenaz, CRP: C-reaktif protein.

. *p< 0.05 istatistiksel anlamlıdır.

Tablo 3. Esansiyel trombositemi ve polisitemia vera hastalarının tromboz gelişimi için lojistik regresyon analizi

Özellikler	p değeri	Exp (B)	Exp (B) 95%CI	
			Low	High
Yaş	0.001*	0.917	0.870	0.966
Risk	0.992	1.7	0.000	0.000
JAK 617F mutasyonu	0.560	1.4	0.435	4.643
Kronik hastalık öyküsü	0.008*	3.0	1.328	7.082
Trombotik tedavi	0.955	0.5	0.050	5.254
Hastalık tedavi	0.999	0.0	0.000	0.000
Trombosit	0.828	1.0	1.383	10.027
Hb	0.817	0.848	1.000	1.000
Ürik asit	0.957	0.992	0.754	1.307
Albümin	0.687	0.972	0.844	1.118
CRP	0.014*	1.214	1.041	1.415

CI: Confidence interval, JAK: Janus kinaz, Hb: Hemoglobin, CRP: C-reaktif protein.

Omnibus kıkare=229.602, df=13, p=<0.001

. *p< 0.05 istatistiksel anlamlıdır.

Tablo 4. Esansiyel trombositemi ve polisitemia vera hastalarında genel sağkalımı etkileyen faktörler

Özellikler	n	Toplam ortalama sağkalım süresi (ay) 95%CI	10 yıllık sağkalım süresi (%)	p değeri
Yaş				
≥60	133	138 (124-151)	61	<0.001*
<60	182	186 (179-192)	87	
Cinsiyet, n (%)				
Kadın	147	174 (164-185)	79	0.504
Erkek	168	161 (151-170)	76	
Hastalık tipi, n (%)				
ET	173	156 (147-165)	75	0.343
PV	142	175 (164-185)	81	
Risk, n (%)				
Düşük	135	188 (181-196)	91	<0.001*
Yüksek	180	146 (136-157)	66	

JAK V617F mutasyonu, n (%)	256	169 (161-178)	76	0.449	
Pozitif	59	165 (151-179)	83		
Negatif					
Kemik iliği fibrozisi, n (%)					
Evet	172	155 (146-164)	76	0.574	
Hayır	113	176 (165-198)	80		
Bilinmeyen	30				
Kronik hastalık öyküsü, n (%)	143	148 (136-160)	64	<0.001*	199
Evet	172	182 (174-190)	87		
Hayır					
Total tromboz, n (%)					
Evet	112	144 (132-157)	63	<0.001*	
Hayır	203	180 (173-188)	86		
Venöz tromboz, n (%)					
Evet	34	153 (131-176)	77	0.549	
Hayır	281	172 (164-179)	77		
Arteriyel tromboz, n (%)					
Evet	89	135 (121-148)	57	<0.001*	
Hayır	226	180 (173-188)	86		
Trombotik tedavi, n (%)					
Hayır	10	103 (65-141)	42	<0.001*	
Antitrombosit tedavi	278	175 (167-183)	79		
Antikoagülan tedavi	16	171 (149-192)	93		
Antitrombosit ve antikoagülan tedavi	11	124 (97-151)	69		
Fibrotik transformasyon, n (%)	19	132 (99-165)	48	0.001*	
Evet	296	174 (166-181)	80		
Hayır					
Lökosit					
$\geq 4 \times 10^9$	170	165 (154-176)	73	0.069	
$< 4 \times 10^9$	145	167 (159-176)	78		
Hb					
12 gr/dl	290	172 (165-180)	79	0.099	
<12 gr/dl	25	136 (110-163)	69		
Trombosit					

$\geq 450 \times 10^9$	64	175 (160-190)	81	0.644
$< 450 \times 10^9$	251	169 (160-177)	76	
Kreatinin				
≥ 1.0 mg/dl	57	143 (124-161)	66	0.005*
< 1.0 mg/dl	257	176 (168-184)	80	
LDH				
≥ 300 U/l	203	147 (134-160)	63	$< 0.001^*$
< 300 U/l	110	182 (173-190)	88	
Ürik asit				
≥ 7 mg/dl	48	138 (119-156)	58	0.002*
< 7 mg/dl	252	178 (170-186)	82	
CRP				
≥ 5 mg/l	62	153 (135-170)	74	0.225
< 5 mg/l	250	173 (165-181)	79	

JAK: Janus kinaz, Hb: Hemoglobin, LDH: Laktat dehidrogenaz, CRP: C-reaktif protein.

. * $p < 0.05$ istatistiksel anlamlıdır.

Tablo 5. Esansiyel trombositemi ve polisitemia vera hastalarında sağkalım için Cox regresyon analizi

Özellikler	P değeri	Exp (B)	Exp (B) 95%CI	
			Low	High
Yaş	0.006*	4.771	1.556	14.628
Kronik hastalık öyküsü	0.039*	2.424	1.045	5.626
Risk	0.722	0.762	0.170	3.408
Total tromboz	0.573	1.322	0.501	3.487
Trombotik tedavi	0.002*	0.082	0.020	0.335
Fibrotik transformasyon	0.603	1.315	0.469	3.687
Lökosit	0.009*	3.723	1.383	10.027
Hb	0.817	0.848	0.209	3.433
Kreatinin	0.492	1.344	0.579	3.118
LDH	0.026*	2.410	1.112	5.223
Ürik asit	0.129	1.988	0.818	4.830

CI: Confidence interval, Hb: Hemoglobin, LDH: Laktat dehidrogenaz.

Omnibus kıkare=86.352, df=13, $p < 0.001$

* $p < 0.05$ istatistiksel anlamlıdır.

Presentation ID / Sunum No= 128

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-6683-0432

Primer ve Sekonder İmmün Trombositopeni Hastalarının Klinik Özellikleri ve Klinik Sonuçlarının Karşılaştırılması

201

Assoc. Prof. Dr. Nergiz Usta¹

¹Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Hematoloji Bilim Dalı

*Corresponding author: Nergiz Usta

Özet

Amaç İmmün trombositopeni (İTP), artmış trombosit yıkımı ve bozulmuş trombosit üretimi ile karakterize otoimmün bir hastalıktır. Bu çalışmanın amacı İTP tanısı ile takip edilen hastalarda primer ve sekonder İTP olgularının demografik özelliklerini, klinik bulgularını, laboratuvar parametrelerini, tedavi yaklaşımlarını ve klinik sonuçlarını karşılaştırmaktır. Yöntem Bu retrospektif çalışmaya Ocak 2015 – Aralık 2025 tarihleri arasında Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Hematoloji Kliniğinde İTP tanısı ile izlenen hastalar dahil edildi. Hastaların demografik özellikleri, laboratuvar bulguları, kanama durumları ve ilk üç ay içinde uygulanan tedaviler ile tedavi yanıtları değerlendirildi. Bulgular Çalışmaya toplam 141 hasta dahil edildi. Hastaların ortalama tanı yaşı 49 (18–89) yıl olup, %59'u kadın ve %41'i erkekti. Hastaların 105'i (%74) primer İTP, 36'sı (%26) sekonder İTP tanılıydı. Hastaların %49'unda kanama bulgusu saptandı. Primer ve sekonder İTP hastaları arasında kanama varlığı, kanama zamanı, ilk üç ayda tedavi ihtiyacı ve kullanılan tedavi yöntemleri açısından anlamlı bir fark izlenmedi. Ayrıca laboratuvar parametreleri açısından da iki grup arasında anlamlı farklılık bulunmadı. Tedavi yanıtları değerlendirildiğinde hastaların %48'inde tam yanıt, %40'ında yanıt ve %12'sinde yanıtızlık gözlemlendi. Bununla birlikte mortalite oranının sekonder İTP hastalarında primer İTP hastalarına göre daha yüksek olduğu saptandı (p=0.049). Sonuç Primer ve sekonder İTP hastaları arasında klinik özellikler, laboratuvar bulguları ve tedavi yanıtları açısından belirgin bir fark bulunmazken, mortalite oranı sekonder İTP hastalarında daha yüksek saptanmıştır. Bu durum sekonder İTP'de prognozun büyük ölçüde altta yatan hastalıklarla ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Sekonder İTP hastalarının daha dikkatli takip edilmesi ve altta yatan hastalıkların etkin şekilde yönetilmesi önemlidir.

Anahtar Kelimeler: İmmün Trombositopeni, Primer İTP, Sekonder İTP, Trombositopeni, Prognoz

Giriş

İmmün trombositopeni (İTP) immün sistemdeki anormalliklerden dolayı artmış trombosit yıkımı ve bozulmuş trombosit üretimi sonucu gelişen trombositopeni ile karakterize kazanılmış otoimmün bir hastalıktır. İzole olarak trombosit sayısı 100,000/μl altında olan ve trombositopeniyi açıklayacak altta yatan ek bir anormalliği olmayan hastalarda bu hastalık düşünülmelidir (1). İTP'nin insidansı yaklaşık olarak her 100,000 kişide 2-10 kişi, prevalansı her 100,000 kişide 9-20 kişidir (2,3). İTP'nin patogenezinde antitrombosit antikorları tarafından opsonize edilen trombositlerin periferik

yıkımı, bozulmuş trombopoez ve T hücre aracılı trombosit yıkımı gibi çeşitli mekanizmaların rol oynadığı bilinmektedir. En yaygın izlenen semptomlar peteşi, purpura, ekimoz, burun kanaması, diş eti kanaması ve yoğun adet kanaması gibi mukokutanöz kanamalardır. Ayrıca hastalarda gastrointestinal, genitoüriner ve intrakranial kanamalarda izlenebilmektedir. Fizik muayene kanama bulguları dışında normaldir. Hepatomegali, splenomegali veya lenfadenopati varlığı, altta yatan sekonder bir neden olduğunu düşündürmelidir. (1,4,5).

İTP, belirgin bir tetikleyici faktör veya yatkınlık yaratan bir durumun olup olmamasına göre primer veya sekonder olarak sınıflandırılmaktadır. Primer İTP, yeni tanı hastaların yaklaşık %80'ini oluşturmaktadır ve izole trombositopeni ile karakterizedir. Sekonder İTP ise, kronik infeksiyon [helikobakter pilori (H. pilori), insan immün yetmezlik virüsü (HIV), hepatit B virüsü (HBV), hepatit C virüsü (HCV), sitomegalovirüs (CMV)], otoimmün hastalıklar [sistemik lupus eritematozis (SLE), antifosfolipid sendromu (AFAS), romatoid artrit (RA)], immün yetmezlik hastalıkları, hematolojik hastalıklar [kronik lenfositik lösemi (KLL), büyük granüler lenfositik lösemi (LGL), lenfoma, otoimmün lenfoproliferatif hastalık] veya ilaçlara bağlı olarak gelişmektedir (1-3).

Bu çalışmada İTP tanısı ile takip edilen hastalarda primer ve sekonder İTP olgularının demografik özellikleri, klinik bulguları, laboratuvar parametreleri, tedavi yaklaşımları ve klinik sonuçlarının karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metod

Bu çalışmaya Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi Hematoloji kliniğine Ocak 2015-Aralık 2025 yılları arasında İTP tanısı ile takip edilen hastalar dahil edildi. Hastanenin otomatik veri sisteminden hastaların demografik özellikleri (yaş, cinsiyet) ve laboratuvar tetkikleri [lökosit sayısı, trombosit sayısı, hemoglobin düzeyi, ortalama trombosit hacmi (MPV), laktat dehidrogenaz (LDH) düzeyi, ürik asit düzeyi, kreatinin düzeyi, albümin düzeyi, C-reaktif protein (CRP) düzeyi, sedimentasyon düzeyi] kaydedildi. Hastaların tanı, takip ve tanı ve takip sırasındaki kanama durumları ve kanama yerleri incelendi. İlk üç ay içinde aldığı tedaviler ve bu tedaviye yanıtları değerlendirildi.

İstatistiksel analiz

Verilerin analizi için SPSS 23.0 istatistik paket programı kullanıldı. Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri kategorik değişkenler için sayı ve yüzde, sayısal değişkenler için ortanca (minimum-maksimum) ve ortalama ($\pm$ standart sapma) olarak verildi. Gruplar arasında verilerin dağılıma uygunluk durumları Kolmogorov Smirnov testi ile değerlendirildi. Bağımsız gruplar arasında sürekli değişkenlerin parametrik değerleri için Student's t-testi, non-parametrik değerleri için Mann-Whitney U-testi kullanıldı. Bağımsız gruplar arasında kategorik değişkenlerin analizinde ise ki-kare testi uygulandı. $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Çalışmaya dahil edilen 141 hastanın ortanca tanı yaşı 49 (18-89) yılı ve %59'u kadın, %41'i erkek idi. Hastaların 105'i (%74) primer İTP, 36'sı (%26) ise sekonder İTP tanılıydı. Hastaların 26'sında (%18) otoimmün hastalık, 7'sinde (%5) hematolojik hastalık ve 3'ünde (%3) enfeksiyon tanısı vardı (Tablo 1).

Primer ve sekonder İTP karşılaştırıldığında cinsiyet açısından bir fark olmadığı izlendi. Hastaların 69'unda (%49) kanama mevcuttu. Primer ve sekonder İTP'li hastalar arasında kanama varlığı ve kanama zamanı açısından herhangi bir fark gözlenmedi. Hastaların 107'si (%76) ilk üç içinde tedavi aldı. Primer ve sekonder İTP'li hastalar arasında ilk 3 ay tedavi ihtiyacı açısından fark olmadığı gözlemlendi. İlk 3 ay içindeki kortikosteroid, intravenöz immünoglobulin (IVIG), splenektomi, trombopoetin reseptör agonistleri (TPO-RA), rituksimab ve immünsupresif ilaç kullanımı açısından da herhangi bir fark olmadığı izlendi. Hastaların 68'inde (%48) tam yanıt, 57'sinde (%40) yanıt izlenirken, 16'sında (%12) ise yanıt gözlenmedi. Primer ve sekonder İTP'li hastalar arasında tedavi yanıt durumu açısından da bir fark olmadığı bulundu. Primer ve sekonder İTP'li hastalar arasındaki laboratuvar tetkikleri karşılaştırıldığında lökosit sayısı, hemoglobin düzeyi, trombosit sayısı, MPV düzeyi, kreatinin düzeyi, LDH düzeyi, ürik asit düzeyi, albümin düzeyi, CRP düzeyi ve sedimentasyon düzeyi arasında herhangi bir fark olmadığı tespit edildi. Hastaların 123'ü (%87) hayatta iken, 18'i (%13) exitus oldu.

Mortalite oranının sekonder İTP'li hastalarda, primer İTP'li hastalara göre daha fazla olduğu izlendi ($p=0.049$) (Tablo 2).

Tartışma

Bu çalışmada primer ve sekonder İTP'li hastaların klinik ve laboratuvar özellikleri karşılaştırılmıştır. Çalışmamızda sekonder İTP oranı %26 olarak saptanmıştır. Literatürde sekonder İTP oranı %20–30 arasında olduğu bildirilmektedir (6) ve bu durum çalışmamızla uyumludur.

Çalışmamızda primer ve sekonder İTP'li hastalar arasında kanama durumu ve tedaviye yanıt oranı açısından herhangi bir fark olmadığı izlenmekle birlikte, mortalite oranının sekonder İTP'li hastalarda daha fazla olduğu gözlenmektedir. Bu durum sekonder İTP'li hastalarda mortalitenin büyük ölçüde altta yatan hastalıkların prognozu ile ilişkili olabileceğini düşündürmektedir (7).

Sonuç olarak sekonder İTP'de mortalite oranının daha yüksek olduğu ve bu açıdan bu hastaların daha dikkatli bir şekilde takip edilmesi ve altta yatan hastalığın tedavi edilmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

1. Mititelu A, Onisai MC, Rosca A, Vladareanu AM. Current understanding of immune thrombocytopenia: A review of pathogenesis and treatment options. *Int J Mol Sci.* 2024;25:2163.
2. Moulis G, Comont T, Adoue D. New insights into the epidemiology of immune thrombocytopenia in adult patients: impact for clinical practice. *Rev Med Interne.* 2021;42:11–15.
3. Moulis G, Palmaro A, Montastruc JL, Godeau B, Lapeyre-Mestre M, Sailer L. Epidemiology of incident immune thrombocytopenia: a nationwide population-based study in France. *Blood.* 2014;124:3308–3315.
4. Neunert C, Terrell DR, Arnold DM, Buchanan G, Cines DB, Cooper N, et al. American Society of Hematology 2019 guidelines for immune thrombocytopenia. *Blood Adv.* 2019;3:3829-3866.
5. Provan D, Arnold DM, Bussel JB, Chong BH, Cooper N, Gernsheimer T, et al. Updated international consensus report on the investigation and management of primary immune thrombocytopenia. *Blood Adv.* 2019;3:3780-3817.
6. Kohli R, Chaturvedi S. Epidemiology and Clinical Manifestations of Immune Thrombocytopenia. *Hamostaseologie.* 2019;39:238-249.
7. Mannering N, Hansen DL, Pottegard A, Frederiksen H. Survival in adult patients with chronic primary and secondary immune thrombocytopenia: a population-based cohort study. *Transfusion.* 2023;63:415-426.

Tablo 1. Sekonder İTP nedenleri

	Sayı (n)	Oran (%)
Otoimmün hastalık varlığı		
Evet	26	18
Hayır	115	82
Otoimmün hastalık tipi		
ANA pozitifliği	11	8
SLE	4	3
RA	2	2
AFAS	2	2
Sarkoidoz	1	1
Miks bağ doku hastalığı	1	1
Hashimoto tiroiditi	1	1
Seronegatif artrit	1	1
Sjögren sendromu	1	1
Graves sendromu	1	1
Hematolojik hastalık durumu		
Evet	7	5
Hayır	134	95
Hematolojik hastalık tipi		
Lenfoma	3	2
KLL	3	2
MDS	1	1
Enfeksiyon durumu		
Evet	3	3
Hayır	138	97
Enfeksiyon tipi		
Hepatit B	2	2
Hepatit C	1	1

ANA: Antinükleer antikor, SLE: Sistemik lupus eritematozis, RA: Romatoid artrit, AFAS: Antifosfolipit antikor sendromu, KLL: Kronik lenfositik lösemi, MDS: Miyelodisplastik sendrom.

Tablo 2. Primer ve sekonder İTP hastalarının klinik ve laboratuvar özelliklerinin karşılaştırılması

Özellikler	Tüm hastalar(n=141)	Primer İTP hastaları (n=105)	Sekonder İTP hastaları (n=36)	p değeri
Yaş yıl, ortanca (min-mak),	49 (18-89)	49 (18-89)	49 (18-79)	0.669
Cinsiyet, n (%)				
Kadın	83 (59)	61 (58)	22 (61)	0.751
Erkek	58 (41)	44 (42)	14 (39)	
Kanama durumu, n (%)				
Evet	69 (49)	53 (51)	16 (44)	0.532
Hayır	72 (51)	52 (49)	20 (56)	
Kanama zamanı, n (%)				
Tanı	38 (27)	31 (30)	7 (19)	0.523
Takip	10 (7)	8 (8)	2 (6)	
Tanı ve takip	21 (15)	13 (12)	7 (19)	
İlk üç ay tedavi durumu, n (%)				
Evet	107 (76)	78 (74)	29 (81)	0.448
Hayır	34 (24)	27 (26)	7 (19)	
İlk 3 ay kortikosteroid durumu, n (%)				
Evet	109 (77)	79 (75)	30 (83)	0.317
Hayır	32 (23)	26 (25)	6 (17)	
İlk 3 ay IVIG durumu, n (%)				
Evet	69 (49)	49 (47)	20 (56)	0.357
Hayır	72 (51)	56 (53)	16 (44)	
İlk 3 ay splenektomi durumu, n (%)				
Evet	3 (2)	3 (3)	0 (0)	0.305
Hayır	138 (98)	102 (97)	36 (100)	
İlk 3 ay TPO-RA durumu, n (%)				
Evet	12 (9)	9 (9)	3 (8)	0.965
Hayır	129 (91)	96 (91)	33 (92)	
İlk 3 ay immünsüpresif ilaç durumu, n (%)				
Evet	2 (2)	1 (1)	1 (3)	0.424
Hayır	139 (98)	104 (99)	35 (97)	

Yanıt durumu, n (%)				
Yanıtsız	16 (12)	12 (11)	4 (11)	
Yanıtlı	57 (40)	43 (41)	14 (39)	0.969
Tam yanıtlı	68 (48)	50 (48)	18 (50)	
Son durum, n (%)				
Hayatta	123 (87)	95 (91)	28 (78)	0.049*
Ex	18 (13)	10 (9)	8 (22)	
Lökosit x10 ⁹ /l, ortalanca (min-mak)	7.5 (1.5-29.7))	6.9 (1.5-29.7)	6.3 (2.5-12.9)	0.153
Hb gr/dl, ortalanca (min-mak)	13.2 (8.3-18.2)	13.4 (9.6-18.2)	12.5 (8.3-16.6)	0.168
Trombosit x10 ⁹ /l, ortalanca (min-mak)	19.0 (1.0-99.0)	21.0 (1.0-99.0)	11.5 (1.0-99.0)	0.577
MPV fl, ortalanca (min-mak)	11.2 (8.8-14.7)	11.3 (8.8-14.7)	10.7 (9.3-13.5)	0.674
Kreatinin mg/dl, ortalanca (min-mak)	0,7 (0.4-2.1)	0.8 (0.4-2.1)	0.7 (0.5-1.6)	0.681
LDH U/l, ortalanca (min-mak)	221.0 (108.0-627.0)	220.0 (135.0-627.0)	226.5 (108.0-499.0)	0.882
Ürik asit mg/dl, ortalanca (min-mak)	4.8 (2.1-13.7)	4.7 (2.1-13.7)	5.0 (2.6-8.6)	0.447
Albümin g/l, ortalanca (min-mak)	42.0 (24.5-52.0)	42.0 (24.5-50.0)	42.0 (30.8-52.0)	0.708
CRP mg/l, ortalanca (min-mak)	3.4 (0.2-131.5)	3.1 (0.2-88.0)	4.0 (0.3-131.5)	0.094
Sedimentasyon mm/h ortalanca (min-mak)	10.5 (2.0-86.0)	8.0 (2.0-86.0)	12.0 (2.0-46.0)	0.212

IVIG: İntravenöz immünoglobulin, TPO-RA: Trombopoetin reseptör agonistleri, Hb: Hemoglobin, MPV: Ortalama trombosit hacmi, LDH: Laktat dehidrogenaz, CRP: C-reaktif protein.

*p< 0.05 istatistiksel anlamlıdır.

Presentation ID / Sunum No= 145

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-6212-9286

Pediatric Baş Ağrısında Alarm Bulgularının Önemi: Farklı Tanılarla Sonuçlanan İki Olgu

207

Exp. Dr. Burçe Emine Dörtkardeşler¹, Assoc. Prof. Dr. Şule Gökçe¹

¹Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı Ve Hastalıkları Anabilim Dalı Genel Pediatri Bilim Dalı

Özet

Giriş: Baş ağrısı çocukluk çağında sık görülen bir başvuru nedenidir ve çoğu olgu benign etiyolojilere bağlıdır. Bununla birlikte bazı durumlarda altta yatan ciddi intrakraniyal patolojilerin ilk belirtisi olabilir. Bu nedenle ayrıntılı öykü, dikkatli fizik muayene ve baş ağrısına eşlik eden alarm bulgularının değerlendirilmesi klinik yönetimde kritik öneme sahiptir. Bu bildiride baş ağrısı yakınması ile başvuran ancak farklı tanıları alan iki olgu sunularak alarm bulgularının klinik yaklaşım üzerindeki önemi vurgulanmıştır. Olgu Sunumu: Birinci olgu, 11 yaşında erkek hasta olup bir aydır devam eden karın ağrısı ve reflü şikayetlerine son 10 gündür kesintisiz devam eden baş ağrısının eklenmesi nedeniyle değerlendirilmiştir. Baş ağrısının dirençli seyretmesi, beslenememe ve kusma yakınmalarının bulunması üzerine intrakraniyal patolojiler açısından görüntüleme yapılmıştır. Kranial bilgisayarlı tomografi normal saptanmış, nazal sürüntü viral panelinde influenza enfeksiyonu tespit edilmiştir. Destek tedavisi sonrası klinik bulgular gerilemiş ve hasta taburcu edilmiştir. İkinci olgu, 4 yaşında kız hasta olup ateş, huzursuzluk, beslenememe ve baş ağrısı şikayetleri ile başvurmuştur. Öyküsünde kısa süre önce lobar pnömoni nedeniyle hastaneye yatış olduğu ancak tedavisinin tamamlanmadığı öğrenilmiştir. Fizik muayenede belirgin meningeal irritasyon bulgusu olmamakla birlikte hastanın huzursuzluğu ve baş ağrısının devam etmesi nedeniyle ileri inceleme yapılmıştır. Kranial görüntülemelerde parankimal mikroabse, ventrikülit ve bazal menenjit ile uyumlu bulgular saptanmıştır. Açlık mide suyunda asit-fast basil (ARB) pozitifliği saptanması üzerine hasta tüberküloz menenjitisi tanısı almış, BOS incelemesinde Mycobacterium tuberculosis gösterilerek tanı doğrulanmıştır. Sonuç: Bu iki olgu, pediatrik baş ağrısı değerlendirmesinde ayrıntılı öykü ve alarm bulgularının dikkatle sorgulanmasının önemini göstermektedir. Benzer klinik yakınmalarla başvuran hastalarda altta yatan etiyoloji benign viral enfeksiyonlardan hayatı tehdit eden santral sinir sistemi enfeksiyonlarına kadar geniş bir yelpazede yer alabilir. Bu nedenle baş ağrısına eşlik eden beslenememe, kusma, huzursuzluk, ateş ve klinik uyumsuzluk gibi bulgular varlığında ileri değerlendirme geciktirilmemelidir.

Anahtar Kelimeler: Pediatric Baş Ağrısı, Alarm Bulguları, Ayırıcı Tanı, Tüberküloz Menenjitisi, İnfluenza Enfeksiyonu

The Importance of Red Flags in Pediatric Headache: Two Cases With Different Diagnoses

Abstract

Introduction Headache is a common reason for medical consultation in childhood. However, it may occasionally represent the first manifestation of serious intracranial pathology. Therefore, careful history taking, thorough physical examination, and recognition of accompanying red-flag symptoms are essential for appropriate clinical management. In this report, we present two pediatric cases presenting with headache but ultimately diagnosed with different conditions, highlighting the importance of recognizing red flags in clinical decision-making. **Case Presentation** The first case was an 11-year-old boy who presented with a persistent headache for the previous 10 days, in addition to abdominal pain and reflux symptoms that had been ongoing for one month. Because of the persistent nature of the headache accompanied by vomiting and poor oral intake, neuroimaging was performed to exclude intracranial pathology. Cranial computed tomography was normal, and a nasal swab viral panel revealed influenza infection. The patient's symptoms improved with supportive treatment, and he was subsequently discharged. The second case was a 4-year-old girl who presented with fever, irritability, poor oral intake, and headache. Her medical history revealed a recent hospitalization for lobar pneumonia with incomplete treatment. Although clear meningeal irritation signs were not observed on physical examination, further investigation was performed due to persistent headache and irritability. Cranial imaging demonstrated findings consistent with parenchymal microabscesses, ventriculitis, and basal meningitis. Acid-fast bacilli (AFB) positivity was detected in the gastric aspirate, leading to the diagnosis of tuberculous meningitis. **Conclusion** These two cases highlight the importance of careful history taking and assessment of red flag symptoms in pediatric headache. Similar clinical presentations may be associated with etiologies ranging from benign viral infections to life-threatening central nervous system infections. Therefore, symptoms such as vomiting, poor oral intake, irritability, fever, or atypical clinical findings accompanying headache should prompt further diagnostic evaluation.

Keywords: Pediatric Headache, Red Flags, Differential Diagnosis, Tuberculous Meningitis, Influenza Infection

Giriş

Baş ağrısı, pediatrik acil servis (ÇAS) başvurularının yaklaşık %0.72 ile %1'ini oluşturan, çocukluk çağıının en yaygın ağrı şikayetlerinden biridir ¹⁻³. Çocuklarda baş ağrısı prevalansı okul çağıında %37 iken, ergenlik döneminde %51'e kadar yükselmekte ve yaşam kalitesini, okul performansını ciddi ölçüde etkilemektedir ⁴. Vakaların büyük çoğunluğu primer baş ağrıları (migren, gerilim tipi) veya enfeksiyon ilişkili benign sekonder nedenlere dayanırken; beyin tümörleri, kanamalar veya ciddi santral sinir sistemi enfeksiyonları gibi hayatı tehdit eden (LT) nedenlerin sıklığı %0.5-1.0 gibi düşük bir oranda kalmaktadır ⁵. Klinisyenlerin temel görevi, bu düşük oranlı ancak yüksek riskli grubu, gereksiz radyasyon maruziyetine (BT) yol açmadan doğru teşhis etmektir ¹. Pediatrik baş ağrısının değerlendirilmesinde en kritik basamak ayrıntılı anamnez ve dikkatli fizik muayenedir. Klinik pratikte "alarm bulguları" olarak adlandırılan bazı özellikler, ciddi altta yatan patolojilerin saptanmasında yol gösterici olabilir ⁶. Bu süreçte "alarm bulguları" (kırmızı bayraklar) rehberlik etse de, bu bulguların özgüllüğü ve semptomların ortaya çıkış zamanlaması tanısal süreçte kritik öneme sahiptir.

Bu yazıda baş ağrısı ile başvuran ancak farklı etiyolojilere sahip iki pediatrik olgu sunularak pediatrik baş ağrısının değerlendirilmesinde alarm bulgularının önemi vurgulanmıştır.

Olgu Sunumu

Olgu 1

On bir yaşında erkek hasta yaklaşık 10 gündür devam eden baş ağrısı şikâyeti ile başvurdu. Baş ağrısının frontal bölgede lokalize olduğu, gün içerisinde dalgalı seyir gösterdiği ve zaman zaman bulantı ve

kusmanın eşlik ettiği öğrenildi. Hastanın öyküsünde ayrıca yaklaşık bir aydır devam eden karın ağrısı ve reflü benzeri semptomlar olduğu belirtildi. Ateş öyküsü yoktu ancak son günlerde oral alımının azaldığı ifade edildi.

Başvuru sırasında hastanın vital bulguları stabildi. Fizik muayenede genel durumu iyi, bilinç açık ve koopere idi. Nörolojik muayenede kranial sinir muayenesi normaldi, motor ve duyu muayenesinde patolojik bulgu saptanmadı. Meningeal irritasyon bulguları izlenmedi ve funduskopik incelemede papil ödemi saptanmadı.

Laboratuvar incelemelerinde tam kan sayımı ve temel biyokimyasal parametreler normal sınırlarda bulundu. Ancak baş ağrısının persistan seyretmesi, kusma ile birlikte olması ve oral alımın azalması nedeniyle intrakraniyal patolojilerin dışlanması amacıyla kraniyal görüntüleme planlandı. Yapılan kraniyal bilgisayarlı tomografi incelemesi normal olarak değerlendirildi.

Etiyoloji araştırması kapsamında nazofaringeal sürüntüden yapılan viral panel incelemesinde influenza A etkeni saptandı. Hastaya destek tedavisi ve semptomatik tedavi uygulandı. İzlem sırasında baş ağrısının ve gastrointestinal semptomlarının gerilediği gözlemlendi ve hasta klinik iyileşme ile taburcu edildi.

Olgu 2

Dört yaşında kız hasta ateş, irritabilite, baş ağrısı ve oral alımda azalma şikâyetleri ile başvurdu. Hastanın öyküsünde yakın zamanda lobar pnömoni tanısı ile başka bir hastanede yatışı olduğu ancak tedavisinin tamamlanmadığı öğrenildi. Son günlerde huzursuzluk, iştahsızlık ve baş ağrısında artış olduğu ifade edildi.

Başvuru sırasında hastanın ateşi 38.5 °C olarak ölçüldü. Fizik muayenede hastanın genel durumunun orta olduğu ve belirgin ajite olduğu gözlemlendi. Nörolojik muayenede belirgin meningeal irritasyon bulguları saptanmadı; ancak yaşına göre belirgin huzursuzluk ve baş ağrısı tariflemesi dikkat çekiciydi. Diğer sistem muayenesi olağandı; solunum sıkıntısı, ral-ronküs yoktu.

Laboratuvar incelemelerinde inflamatuvar belirteçlerde yükselme saptandı. Klinik bulguların devam etmesi ve baş ağrısının belirgin olması nedeniyle ileri görüntüleme planlandı. Yapılan kraniyal manyetik rezonans görüntüleme incelemesinde parankimal mikroabseler, ventrikülit ve bazal menenjit ile uyumlu bulgular izlendi.

Tüberküloz açısından yapılan ileri incelemelerde gastrik aspirat örneğinde asidorezistan basil pozitifliği saptandı. Daha sonra yapılan beyin omurilik sıvısı incelemesinde *Mycobacterium tuberculosis* saptanarak tüberküloz menenjit tanısı doğrulandı. Hasta çocuk enfeksiyon hastalıkları ve pediatrik nöroloji ekipleri tarafından birlikte değerlendirildi ve antitüberküloz tedavi başlandı.

Tartışma

Baş ağrısı çocukluk çağında sık görülen bir klinik yakınma olup pediatrik acil servis başvurularının önemli nedenlerinden biridir. Okul çağındaki çocukların büyük bir kısmının yaşamlarının herhangi bir döneminde baş ağrısı deneyimlediği ve bu yakınmanın yaşla birlikte arttığı bildirilmektedir. Bununla birlikte pediatrik baş ağrıının büyük çoğunluğu benign nedenlere bağlıdır ve sıklıkla viral enfeksiyonlar, primer baş ağrıları veya diğer kendini sınırlayan durumlar ile ilişkilidir ³.

Acil servis başvurularını inceleyen geniş serilerde, çocuklarda baş ağrısının en sık nedenlerinin primer baş ağrıları ve benign sekonder nedenler olduğu, yaşamı tehdit eden sekonder nedenlerin ise nispeten düşük oranda görüldüğü bildirilmektedir. Pediatrik acil başvurularında yaşamı tehdit eden sekonder baş ağrıının oranı yaklaşık %2–15 arasında değişmektedir ⁵. Bununla birlikte nadir görülmesine rağmen santral sinir sistemi enfeksiyonları, intrakraniyal kitleler, vasküler olaylar ve hidrosefali gibi ciddi durumların erken tanınması kritik öneme sahiptir. Bu nedenle pediatrik baş ağrısının değerlendirilmesinde klinisyenlerin temel amacı benign baş ağrıları ile ciddi sekonder nedenleri ayırt edebilmektir.

Bu ayırmada en önemli araçlardan biri klinik olarak tanımlanan alarm bulgularıdır (red flags). Literatürde baş ağrısının progresif seyretmesi, inatçı kusma, nörolojik muayenede anormallik, mental durum değişikliği, sistemik hastalık bulguları, gece uykudan uyandıran baş ağrısı veya baş ağrısı paterninde

değişiklik gibi özelliklerin ileri inceleme gerektiren önemli uyarıcı bulgular olduğu belirtilmektedir ⁶. Sunulan iki olgu bu açıdan dikkat çekici klinik örnekler sunmaktadır. İlk olguda baş ağrısına kusma ve oral alımda azalma eşlik etmesine rağmen nörolojik muayenenin normal olması ve görüntüleme bulgularının patolojik saptanmaması benign bir etiyolojiyi düşündürmüştür. Yapılan ileri incelemelerde influenza enfeksiyonunun saptanması, viral enfeksiyonların çocuklarda baş ağrısının sık nedenlerinden biri olduğunu destekleyen literatür verileri ile uyumludur. Buna karşılık ikinci olguda baş ağrısına ateş, irritabilite ve klinik uyumsuzluk eşlik etmesi daha ileri değerlendirme gerekliliğini ortaya koymuştur. Görüntüleme incelemelerinde santral sinir sistemi enfeksiyonunu düşündüren bulgular saptanmış ve sonuçta tüberküloz menenjitisi tanısı konulmuştur. Bu durum, pediatrik baş ağrısının nadir de olsa ciddi intrakraniyal enfeksiyonların ilk bulgusu olabileceğini göstermektedir.

Pediatrik baş ağrısı değerlendirmesinde görüntüleme yöntemlerinin kullanımına ilişkin öneriler de bu klinik yaklaşımı desteklemektedir. Amerikan Nöroloji Akademisi rehberleri, nörolojik muayenenin normal olduğu ve alarm bulgularının bulunmadığı hastalarda rutin görüntüleme yapılmasını önermemektedir. Buna karşılık nörolojik anormalliklerin varlığı veya alarm bulgularının saptanması durumunda ileri tanısal incelemelerin yapılması gerektiği vurgulanmaktadır ⁶. Pediatrik baş ağrısı yönetiminde alarm bulgularının sorgulanması standart olsa da, çalışmalar bu bulguların çoğunun tek başına düşük pozitif öngörü değerine sahip olduğunu göstermektedir ^{4,7}.

Literatürde sekonder patolojiler için en güçlü ve bağımsız öngörücü, anormal nörolojik muayene bulgularıdır (Odds Oranı: 53.7) ¹. Ancak Olgu 2'de görüldüğü gibi, özellikle 6 yaş altı çocuklarda klasik meningeal irritasyon bulguları (ense sertliği) başlangıçta olmayabilir. Bu yaş grubunda semptomları verbalize edememe durumu göz önüne alındığında, dirençli irritabilite (huzursuzluk) ve klinik uyumsuzluk, en az fokal defisitler kadar değerli birer "fonksiyonel kırmızı bayrak" olarak kabul edilmelidir ^{5,8}.

Kusma, her iki olgumuzda da mevcuttu; ancak literatür kusmanın sadece varlığının değil, zamanlamasının hayati olduğunu vurgular ⁵. Sabah erken saatlerdeki kusmalar veya uykudan uyandıran kusmalar intrakraniyal basınç artışı açısından çok daha anlamlıyken, sistemik enfeksiyonlardaki (Olgu 1) kusma genellikle genel durum bozukluğuna eşlik eder.

Geleneksel olarak "kırmızı bayrak" kabul edilen izole oksipital ağrı veya gece uykudan uyandıran ağrı, güncel çalışmalarda tek başına hayatı tehdit eden olaylar için düşük duyarlılık göstermiştir. Nitekim, nörolojik muayenesi normal çocuklarda uykudan uyandıran ağrıların çoğunun migren veya gerilim tipi ağrı olduğu saptanmıştır ^{4,5,7,9}.

Olgu 2'de tanıyı belirleyen asıl faktör, aşılama durumu ve tamamlanmamış tedavi öyküsünün sorgulanmasıdır. Literatür, immünsüpresyon veya aşı eksikliğinin, baş ağrısı olan bir çocukta doğrudan "yüksek risk" kategorisine alınması gerektiğini desteklemektedir ^{2,10}.

Görüntüleme kararı verilirken, alarm bulgularının varlığı cerrahi patolojiler için %86.2 duyarlılığa sahip olsa da, klinisyenlerin semptomların progresyonunu (ilerleyişini) titizlikle izlemesi gereksiz BT ve radyasyon maruziyetini %66.5 oranında azaltabilir ^{4,11}.

Sunulan olgular, benzer klinik yakınmalarla başvuran pediatrik hastalarda altta yatan etiyolojinin benign viral enfeksiyonlardan yaşamı tehdit eden santral sinir sistemi enfeksiyonlarına kadar geniş bir yelpazede yer alabileceğini göstermektedir. Bu nedenle pediatrik baş ağrısı değerlendirmesinde ayrıntılı anamnez, dikkatli fizik ve nörolojik muayene yapılması ve alarm bulgularının varlığında ileri tanısal yöntemlerin geciktirilmemesi büyük önem taşımaktadır. Alarm bulguları, pediatrik baş ağrısı yönetiminde vazgeçilmezdir; ancak bu bulguların "yaş" ve "zamanlama" süzgecinden geçirilmesi gerekir. Özellikle küçük çocuklarda ense sertliği yokluğuna aldanılmamalı; dirençli huzursuzluk bir alarm kabul edilmelidir. Öyküde aşı eksikliği ve eksik tedavi gibi detaylar derinleştirilmeli; kusma şikayeti olan çocuklarda semptomun sabah saatleri ile ilişkisi mutlaka sorgulanmalıdır. Sonuç olarak, alarm bulguları tek başına değil, dinamik bir klinik izlemle birlikte değerlendirildiğinde hayat kurtarıcıdır.

Kaynaklar

1. Azouz H, Muhammed W, Abd Elmaksoud M. Clinical Characteristics and Appropriateness of Investigations in Children With Headaches at the Emergency Department. *Pediatr Neurol.* 2024;154:58-65. doi:10.1016/j.pediatrneurol.2024.02.009
2. Tsze DS, Kuppermann N, Casper TC, et al. Stratification of risk for emergent intracranial abnormalities in children with headaches: a Pediatric Emergency Care Applied Research Network (PECARN) study protocol. *BMJ Open.* 2023;13(11):1-8. doi:10.1136/bmjopen-2023-079040
3. Rossi R, Versace A, Lauria B, et al. Headache in the pediatric emergency department: A 5-year retrospective study. *Cephalalgia.* 2018;38(11):1765-1772. doi:10.1177/0333102417748907
4. Park EG, Yoo IH. The diagnostic values of red flags in pediatric patients with headache. *Brain Dev.* 2022;44(8):512-519. doi:10.1016/j.braindev.2022.04.008
5. Raucci U, Vecchia N Della, Ossella C, et al. Management of childhood headache in the emergency department. Review of the literature. *Front Neurol.* 2019;10(AUG). doi:10.3389/fneur.2019.00886
6. Kelly M, Strelzik J, Langdon R, DiSabella M. Pediatric headache: Overview. *Curr Opin Pediatr.* 2018;30(6):748-754. doi:10.1097/MOP.0000000000000688
7. Conti R, Marta G, Wijers L, Barbi E, Poropat F. Red flags Presented in Children Complaining of Headache in Paediatric Emergency Department. *Children.* 2023;10(2). doi:10.3390/children10020366
8. Jo YH, Lee YJ, Shin D, et al. Clinical Analysis and Red Flag Signs in Pediatric Headache According to Age. *Ann Child Neurol.* 2024;32(2):122-129. doi:10.26815/acn.2023.00332
9. Orr SL. *Headache in Children and Adolescents.* Vol 30.; 2024. doi:10.1212/CON.0000000000001414
10. Olesen J. Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS) The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition. *Cephalalgia.* 2018;38(1):1-211. doi:10.1177/0333102417738202
11. Tsze DS, Ochs JB, Gonzalez AE, Dayan PS. Red flag findings in children with headaches: Prevalence and association with emergency department neuroimaging. *Cephalalgia.* 2019;39(2):185-196. doi:10.1177/0333102418781814

Presentation ID / Sunum No= 148

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-0818-8063

Besin Kaynaklı Anafilaksi Tanısı Alan Çocuklarda Klinik Özellikler ve Tekrarlayan Anafilaksi Risk Faktörleri: Beş Yıllık Tek Merkez Deneyimi

212

Exp. Dr. Leman Tuba Karakurt¹

¹İstanbul Medeniyet Üniversitesi, Göztepe Prof Dr Süleyman Yalçın Şehir Hastanesi Çocuk Alerji ve İmmünoloji Bilim Dalı, İstanbul, Türkiye

*Corresponding author: Leman Tuba Karakurt

Özet

Giriş: Anafilaksi, hızlı başlangıçlı, çoklu organ tutulumu ile seyreden, yaşamı tehdit edebilen sistemik bir aşırı duyarlılık reaksiyonudur. Çocukluk çağında en sık tetikleyiciler besinlerdir. Bu çalışmada besin kaynaklı anafilaksi tanısı alan çocukların demografik ve klinik özelliklerinin değerlendirilmesi, tekrarlayan anafilaksi ile ilişkili faktörlerin belirlenmesi amaçlandı. Materyal ve Metod: Çalışmamızda Ocak 2020–Aralık 2024 tarihleri arasında Çocuk Alerji ve İmmünoloji kliniğimize başvuran, Dünya Alerji Örgütü kriterlerine göre besin kaynaklı anafilaksi tanısı alan hastaların tıbbi kayıtları retrospektif incelendi. Hastaların demografik özellikleri, anafilaksiyi tetikleyen besinler, organ sistem tutulumları, eşlik eden alerjik hastalıklar ve tekrarlayan anafilaksi öyküleri değerlendirildi. Kategorik değişkenler ki-kare veya Fisher exact testleri ile, sürekli değişkenler Mann–Whitney U testi ile karşılaştırıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak kabul edildi. Bulgular: Çalışmaya besin kaynaklı anafilaksi öyküsü olan. 65’i erkek (%69,9) toplam 93 hasta dahil edildi. Medyan tanı yaşı 15 ay(3–195) olup hastaların %68,8’i ilk 24 ay içinde tanı almıştı. Erkek hastalarda medyan tanı yaşı kızlara göre anlamlı daha düşüktü [12(3-144) ay vs 22 (4-195) ay, $p=0,018$]. Hastaların %38,7’sinde atopik dermatit, %36,6’sında astım ve %28,0’inde alerjik rinit mevcuttu. Anafilaksi reaksiyonlarından en sık sorumlu besinler süt (%30,4), kuruyemişler (%29,3), baklagiller (%13,0) ve yumurta (%10,9) idi. Anafilaksi anındaki organ sistem tutulumları sırasıyla cilt/mukoza (%95,7), solunum (%82,8), gastrointestinal (%59,1), santral sinir sistemi (%29,0) ve kardiyovasküler sistem (%28,0) olduğu gözlemlendi. Cilt bulguları arasında anjiyoödem (%79,8) ve ürtiker (%75,3), solunum bulguları arasında nefes darlığı (%80,5) ve stridor (%42,9) en sık görülen bulguları. İzlemde hastaların %50,5’inde ($n=47$) toplam 83 anafilaktik reaksiyon tekrar yaşadığı öğrenildi. Süt alerjisi olan hastalarda tekrarlayan anafilaksi oranı (%71,4), kuruyemiş alerjisi olanlara (%37,0) göre anlamlı derecede daha yüksek bulundu ($p=0,022$). Sonuç: Besin kaynaklı anafilaksi özellikle yaşamın ilk iki yılında ortaya çıkmaktadır. Süt alerjisi olan hastalarda tekrarlayan anafilaksi riskinin daha yüksek olması, bu hastalarda daha yakın klinik izlem, gizli alerjenler konusunda aile eğitimi ve adrenalın otoenjektör kullanımının önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Anafilaksi, Besin Alerjisi, Çocuk, Kuruyemiş Alerjisi, Süt Alerjisi, Tekrarlayan Anafilaksi

Clinical Features and Risk Factors for Recurrent Anaphylaxis in Children Diagnosed With Food-Induced Anaphylaxis: A Five-Year Single-Center Experience

Abstract

Background: Anaphylaxis is a rapidly developing, potentially life-threatening systemic hypersensitivity reaction. In childhood, foods represent the most common triggers. This study aimed to evaluate the demographic and clinical characteristics of children diagnosed with food-induced anaphylaxis and identify factors associated with recurrent anaphylactic reactions. **Methods:** Medical records of children who presented to our Pediatric Allergy and Immunology clinic between January 2020–December 2024 and were diagnosed with food induced-anaphylaxis were reviewed retrospectively. Demographics, culprit foods, organ system involvement during anaphylaxis, comorbid allergic diseases, and history of recurrent anaphylaxis were analyzed. Categorical variables were compared using chi-square or Fisher's exact test, and continuous variables were analyzed using Mann–Whitney U test. A p value <0.05 was considered statistically significant. **Results:** Totally 93 children with food-induced anaphylaxis were included, of whom 65(69.9%) were male. The median age at diagnosis was 15 months(range: 3–195), with 68.8% within the first 24 months. The median age at diagnosis was significantly lower in males compared with females [12(3–144) vs 22(4–195)months, p=0.018]. Comorbid allergic diseases included atopic dermatitis (38.7%), asthma (36.6%), and allergic rhinitis (28.0%). The most common trigger foods were cow's milk (30.4%), tree nuts (29.3%), legumes (13.0%), and egg (10.9%). Organ system involvement during anaphylaxis included skin/mucosa (95.7%), respiratory (82.8%), gastrointestinal (59.1%), central nervous system (29.0%), and cardiovascular system (28.0%). Angioedema (79.8%) and urticaria (75.3%) were the most frequent cutaneous manifestations, while dyspnea (80.5%) and stridor (42.9%) were the most common respiratory findings. During follow-up, 83 recurrent anaphylactic episodes were recorded in 47 patients (50.5%). The rate of recurrent anaphylaxis was significantly higher in children with cow's milk allergy compared with those with tree nut allergy (71.4% vs 37.0%, p=0.022). **Conclusion:** Food-induced anaphylaxis occurs predominantly within the first two years of life. The higher risk of recurrent anaphylaxis among children with cow's milk allergy highlights the importance of closer follow-up, education regarding hidden allergens, and reinforcement of appropriate epinephrine auto-injector use.

Keywords: Anaphylaxis, Food Allergy, Children, Cow's Milk Allergy, Recurrent Anaphylaxis

GİRİŞ

Anafilaksi, birden fazla organ sistemini etkileyen, hızlı başlangıçlı, potansiyel olarak ölümcül bir sistemik aşırı duyarlılık reaksiyonudur (1). Çocukluk çağında anafilaksin en sık etkeni besinler olup, insidansının son yıllarda giderek arttığı bildirilmektedir (2,3). Güncel literatürde çocuklarda besin kaynaklı anafilaksi insidansı 100.000 kişi/yılda 50–112 epizod arasında değişmekte olup, özellikle yaşamın ilk iki yılında en yüksek oranlara ulaşmaktadır (2).

Besin kaynaklı anafilakside en sık tetikleyiciler coğrafik bölgeye ve yaş grubuna göre farklılık göstermektedir. Türkiye'de yapılan çalışmalarda inek sütü, yumurta ve kuruyemiş en sık etkenler olarak bildirilmiştir (4,5). İnek sütü özellikle süt çocukları ve küçük yaş grubunda öne çıkarken, kuruyemiş alerjisi okul öncesi ve okul çağında daha sık anafilaksi nedeni olmaktadır (5,6).

Anafilaksinin tekrarlaması önemli bir klinik sorun olup, çeşitli serilerde %18–41 oranında bildirilmektedir (7). İnek sütüne bağlı tekrarlayan anafilaksi sıklığı %27 olarak saptanmıştır (8). Tekrarlayan anafilaksi riskini belirleyen faktörlerin tanımlanması, hastanın yönetim stratejisinin planlanmasında kritik önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, çocuk alerji ve immünoloji kliniğimizde beş yıllık sürette besin kaynaklı anafilaksi tanısı alan çocukların demografik ve klinik özelliklerinin değerlendirilmesi, sistem tutulumu paternlerinin ortaya konması ve tekrarlayan anafilaksi ile ilişkili risk faktörlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Ocak 2020 – Aralık 2024 tarihleri arasında Çocuk Alerji ve İmmünoloji polikliniğimize başvuran ve besin kaynaklı anafilaksi tanısı alan 93 hastanın tıbbi kayıtları retrospektif olarak incelendi. Anafilaksi tanısı Dünya Alerji Örgütü (WAO) kriterlerine göre konuldu (9).

Hastaların demografik verileri (yaş, cinsiyet), eşlik eden alerjik hastalıklar (atopik dermatit, astım, alerjik rinit), anafilaksi tanı yaşı (ay), sorumlu besin türü, deri prick testi sonuçları, organ sistem tutulumları (cilt/mukoza, solunum, gastrointestinal, kardiyovasküler, santral sinir sistemi), ve tanı sonrası tekrarlayan anafilaksi öyküleri kaydedildi.

İstatistiksel analizler SPSS programı ile gerçekleştirildi. Sürekli değişkenlerin normal dağılımı Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi. Normal dağılım göstermeyen sürekli değişkenler medyan (minimum–maksimum) olarak ifade edildi ve Mann-Whitney U testi ile karşılaştırıldı. Kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak belirtildi; gruplar arası karşılaştırmalar ki-kare testi veya beklenen değer 5'ten küçük olduğu durumlarda Fisher exact testi ile yapıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi. Çalışma için kurumsal etik kurul onayı alındı.

BULGULAR

Çalışmaya besin kaynaklı anafilaksi tanısı alan toplam 93 hasta dahil edildi. Toplam 176 anafilaktik reaksiyon kaydedildi (93 ilk atak + 83 tekrarlayan atak). Hastaların demografik ve klinik özellikleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Hastaların Demografik ve Klinik Özellikleri

Değişken	Kategori	n	%
Toplam hasta sayısı		93	100,0
Cinsiyet	Erkek	65	69,9
	Kız	28	30,1
Tanı yaşı (ay)	Medyan (Min-Max)	15 (3–195)	
	Ortalama $\pm$ SS	30,1 $\pm$ 39,2	
Tanı yaş grubu	0–12 ay	41	44,1
	13–24 ay	23	24,7
	25–60 ay	19	20,4
	61–120 ay	6	6,5

	>120 ay	4	4,3
Besin alt tipi	Süt	28	30,4
	Kuruyemiş	27	29,3
	Baklagiller	12	13,0
	Yumurta	10	10,9
	Diğer	15	16,4
Tekrarlayan anafilaksi	Var	47	50,5
	Yok	46	49,5

Hastaların 65'i (%69,9) erkek olup medyan tanı yaşı 15 ay (3–195) idi. Eşlik eden alerjik hastalıklar değerlendirildiğinde, hastaların %38,7'sinde atopik dermatit, %36,6'sında astım ve %28,0'ında alerjik rinit saptandı. Hastaların %44,1'i (n=41) yaşamın ilk 12 ayında, %68,8'i ilk 24 ayda anafilaksi tanısı almıştı. En sık anafilaksi etkenleri süt (%30,4), kuruyemiş (%29,3), baklagiller (%13,0) ve yumurta (%10,9) idi.

Sistem tutulumu değerlendirildiğinde en sık cilt/mukoza bulguları (%95,7) görülürken, bunu solunum sistemi (%82,8), gastrointestinal sistem (%59,1), santral sinir sistemi (%29,0) ve kardiyovasküler sistem (%28,0) izledi (Tablo 2). Cilt bulguları içinde en sık anjiyoödem (%79,8), ürtiker (%75,3) ve yaygın kızarıklık (%71,9) saptandı. Solunum sistemi bulguları arasında nefes darlığı (%80,5), stridor/laringospazm (%42,9) ve öksürük (%41,6) öne çıkmaktaydı. Gastrointestinal sistem bulgularından bulantı/kusma %89,1 ile en sık bulguydu. Kardiyovasküler sistem bulguları içinde senkop (%76,9) belirgin olarak öne çıkmaktaydı. Santral sinir sistemi bulgularının en sık hipotoni (%48,1), konfüzyon (%37,0) ve presenkop (%29,6) olduğu görüldü.

Hastaların %50,5'inde (n=47) tanı sonrası en az bir kez tekrarlayan anafilaksi epizodu görüldü.

Tablo 2. Sistem Tutulumu Dağılımı

Sistem Tutulumu	n	% (n=93)
Cilt bulguları	89	95,7
Solunum sistemi	77	82,8
GİS bulguları	55	59,1
SSS bulguları	27	29,0
KVS bulguları	26	28,0

Erkek hastaların medyan tanı yaşı kız hastalardan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde düşük bulundu [12 (3-144) ay vs 22 (4-195) ay; p=0,018].

Besin türüne göre tekrarlayan anafilaksi değerlendirildiğinde, süt alerjisi olan hastaların %71,4'ünde tekrar görülürken, bu oran kuruyemiş alerjisinde %37,0 idi ve fark istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p=0,022$).

Yaş grubuna göre sistem tutulumu değerlendirildiğinde, ≤ 24 ay grubunda gastrointestinal sistem tutulumu (%65,6) >24 ay grubuna (%44,8) göre daha yüksek eğilimde olmakla birlikte, fark istatistiksel anlamlılığa ulaşamadı ($p=0,096$).

Cinsiyet ile sistem tutulumu, tekrarlayan anafilaksi ile sistem tutulumu, atopik dermatit ile sistem tutulumu ve astım ile sistem tutulumu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (tüm $p>0,05$).

Karşılaştırma analizlerinin özeti Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3. Karşılaştırma Analizleri Özeti

Karşılaştırma	Sonuç	Test	p
Cinsiyet vs Tanı yaşı	Erkek: 12 ay, Kız: 22 ay	Mann-Whitney U	0,018
Süt vs Kuruyemiş tekrar	Süt: %71,4, Kuruyemiş: %37,0	Ki-kare	0,022
Yaş grubu vs GİS	≤ 24 ay: %65,6, >24 ay: %44,8	Ki-kare	0,096
Cinsiyet vs Sistem tutulumu	Tüm sistemler	Ki-kare/Fisher	$>0,05$
Tekrar vs Sistem tutulumu	Tüm sistemler	Ki-kare/Fisher	$>0,05$
AD vs Sistem tutulumu	Tüm sistemler	Ki-kare/Fisher	$>0,05$

TARTIŞMA

Bu çalışmada, beş yıllık bir süreçte besin kaynaklı anafilaksi tanısı alan 93 çocuğun klinik özellikleri değerlendirilmiştir. Elde ettiğimiz bulgular, besin kaynaklı anafilaksinin özellikle yaşamın ilk iki yılında ortaya çıktığını ve erkek çocuklarda daha erken yaşta görüldüğünü göstermektedir.

Hastaların %68,8'i yaşamın ilk 2 yılında anafilaksi tanısı almıştı. Bu bulgu, literatürle uyumlu olarak besin kaynaklı anafilaksinin ağırlıklı olarak yaşamın erken döneminde ortaya çıktığını doğrulamaktadır (2,5). Serimizde erkek/kız oranı 2,3 olarak saptanmış olup, bu oran literatürdeki erkek baskınlığı ile uyumludur. Comberiati ve ark. (2) çocukluk çağı anafilaksisinin erkeklerde daha sık görüldüğünü, puberte sonrası bu oranın tersine döndüğünü bildirmiştir. Çalışmamızda erkek çocuklarda medyan tanı yaşının anlamlı olarak düşük bulunması (12 ay vs 22 ay, $p=0,018$), erkek cinsiyetin besin alerjisi ve anafilaksi gelişimi için erken yaşta bir risk faktörü olabileceğini düşündürmektedir (10,11).

Süt (%30,4) ve kuruyemiş (%29,3) en sık anafilaksi etkenleri olarak saptanmıştır. Türkiye'de Orhan ve ark. (4) çok merkezli çalışmalarında inek sütünün en sık etken olduğunu bildirmiştir. Yine Kaya ve ark. (5) Türk çocuklarda besin kaynaklı anafilakside süt çocuklarında inek sütünün (%51,4) baskın olduğunu, okul öncesi dönemde ise kuruyemişin (%35,2) öne çıktığını göstermiştir.

Çalışmamızın en dikkat çekici bulgularından biri olarak hastaların %50,5'inde (n=47) tanı sonrası en az bir kez tekrarlayan anafilaksi epizodu görüldü. Bu oran literatürde bildirilen %18–41 oranının üst sınırının üzerindedir (7). Ayrıca süt alerjisi olan çocuklarda tekrarlayan anafilaksi oranının (%71,4) kuruyemiş alerjisi olanlara (%37,0) göre anlamlı yüksek bulunmuştur (p=0,022). Ulusoy ve ark. (8) inek sütüne bağlı tekrarlayan anafilaksi sıklığını sistematik derleme ve meta-analizlerinde %27 olarak bildirmiştir. Serimizde bu oranın daha yüksek olması, merkezimize ağır seyirli hastaların yönlendirilmesi ve sütün gıda endüstrisinde yaygın olarak bulunmasına bağlı kazara maruziyetin daha sık yaşanması ile açıklanabilir (12,13).

Sistem tutulumu açısından cilt/mukoza bulguları %95,7 ile en sık görülen tutulum olup, bu oran Wang ve ark. (14) tarafından Çin'de %92,4 olarak bildirilen oranla uyumludur. Solunum sistemi tutulumu serimizde %82,8 olup, güncel literatürde bildirilen %69,5–96,9 aralığı içindedir (4,14). GİS tutulumu (%59,1) ve SSS tutulumu (%29,0) oranlarımız da literatürle uyumludur. Yaş grubuna göre sistem tutulumu değerlendirildiğinde, ≤24 ay grubunda gastrointestinal sistem tutulumu (%65,6) >24 ay grubuna (%44,8) göre daha yüksek eğilimde olmakla birlikte, fark istatistiksel anlamlılığa ulaşamadı (p=0,096). Literatürde küçük yaş grubunda gastrointestinal semptomların daha belirgin olduğu bildirilmektedir (5,14).

Hastalarımızın %38,7'sinde atopik dermatit, %36,6'sında astım saptanmıştır. Literatürde atopik komorbidite oranı %83'e kadar bildirilmiş olup (3), astım varlığı ciddi anafilaksi için bilinen bir risk faktörüdür (1,15).

Çalışmamızın sınırlılıkları arasında retrospektif tasarımı, tek merkez deneyimi olması ve nispeten küçük örneklem büyüklüğü sayılabilir. Bununla birlikte, beş yıllık sürede biriken veriler, besin kaynaklı anafilaksinın özelliklerini ve tekrarlayan anafilaksi riskini değerlendirmek için değerli bulgular sunmaktadır.

SONUÇ

Besin kaynaklı anafilaksi özellikle yaşamın ilk iki yılında ve erkek çocuklarda daha erken ortaya çıkmaktadır. Süt alerjisi olan çocuklarda tekrarlayan anafilaksi riski kuruyemiş alerjisine göre anlamlı düzeyde yüksektir. Bu bulgu, süt alerjili hastaların daha yakın izlenmesi, ailelere gizli alerjen eğitimi verilmesi ve adrenal otoenjektör kullanım eğitiminin pekiştirilmesinin önemini vurgulamaktadır. Cilt bulguları neredeyse tüm hastalarda görülmekle birlikte, solunum ve gastrointestinal tutulumun da sık görüldüğü aklında tutulmalıdır. Daha büyük örneklemle çok merkezli prospektif çalışmalar, tekrarlayan anafilaksi risk faktörlerinin daha ayrıntılı değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

1. Cardona V, Ansotegui IJ, Ebisawa M, et al. World Allergy Organization Anaphylaxis Guidance 2020. World Allergy Organ J. 2020;13(10):100472.
2. Comberiat P, Spahn JD, Peroni DG, et al. Diagnosis and management of anaphylaxis in children. Global Pediatrics. 2024;7:100092.
3. Shaker MS, Wallace DV, Golden DBK, et al. Anaphylaxis—a 2020 practice parameter update, systematic review, and Grading of Recommendations, Assessment, Development and Evaluation (GRADE) analysis. J Allergy Clin Immunol. 2020;145(4):1082-1123.
4. Orhan F, Canitez Y, Bakirtas A, et al. Anaphylaxis in Turkish children: a multi-centre, retrospective, case study. Clin Exp Allergy. 2011;41(12):1767-1776.

5. Kaya A, Toyran M, Civelek E, et al. Food-induced anaphylaxis in infants, as compared to toddlers and preschool children in Turkey. *Pediatr Allergy Immunol.* 2020;31(8):954-961.
6. McWilliam V, Koplin J, Lodge C, et al. The prevalence of tree nut allergy: a systematic review. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2015;15(9):54.
7. Wood RA, Camargo CA Jr, Lieberman P, et al. Anaphylaxis in America: the prevalence and characteristics of anaphylaxis in the United States. *J Allergy Clin Immunol.* 2014;133(2):461-467.
8. Ulusoy Severcan E, Tonga S, Bingol G, et al. Frequency of fatal and recurrent anaphylaxis due to cow's milk: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Allergy.* 2023;78(9):2509-2519.
9. Cardona V, Ansotegui IJ, Ebisawa M, et al. Anaphylaxis definition, overview, and clinical support tool: 2024 consensus report—a GA2LEN project. *J Allergy Clin Immunol.* 2025;155(3):725-738.
10. Pouessel G, Jean-Bart C, Deschildre A, et al. Different age groups present different clinics in anaphylaxis with children: one size does not fit all children. *Pediatr Allergy Immunol.* 2023;34(7):e13988.
11. Grabenhenrich LB, Dölle S, Moneret-Vautrin A, et al. Anaphylaxis in children and adolescents: the European Anaphylaxis Registry. *J Allergy Clin Immunol.* 2016;137(4):1128-1137.
12. Flokstra-de Blok BMJ, van der Meulen GN, DunnGalvin A, et al. Cow's milk and hen's egg anaphylaxis: a comprehensive data analysis from the European Anaphylaxis Registry. *Clin Exp Allergy.* 2023;53(5):536-549.
13. Turner PJ, Gowland MH, Sharma V, et al. Increase in anaphylaxis-related hospitalizations but no increase in fatalities: an analysis of United Kingdom national anaphylaxis data, 1992-2012. *J Allergy Clin Immunol.* 2015;135(4):956-963.
14. Wang Y, Li Y, Zhang T, et al. Clinical characteristics of anaphylaxis in children aged 0–16 years in Xi'an, China. *World Allergy Organ J.* 2023;16(3):100756.
15. Dribin TE, Schnadower D, Spergel JM, et al. Severity grading system for acute allergic reactions: a multidisciplinary Delphi study. *J Allergy Clin Immunol.* 2021;148(1):173-181.

Presentation ID / Sunum No= 152

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-1188-0918

Impulse Oscillometry Detects Small Airway Dysfunction Better Than Spirometry in Children with Persistent Asthma

¹Uzm. Dr Ercan YILMAZ, ¹Prof. Dr. Erdem TOPAL

¹İnönü University, Department of Medical Microbiology, Faculty of Medicine, Malatya, Turkey

219

Abstract

Objective: Small airway dysfunction is closely related to asthma control and may not always be adequately detected by spirometry. This study aimed to compare spirometry and impulse oscillometry (IOS) parameters between well-controlled and uncontrolled asthma groups in children with moderate-to-severe persistent asthma and to evaluate small airway involvement. **Materials and Methods:** Sixty-one pediatric patients aged 6-17 years who had been diagnosed with asthma according to GINA criteria were included in the study. Asthma control was assessed using the Childhood Asthma Control Test (cACT), and patients were divided into two groups: well-controlled (n=27) and uncontrolled (n=34). Spirometry and IOS measurements were performed on all patients according to ATS/ERS standards. Demographic, clinical, and laboratory data were recorded. **Results:** No significant differences were found between the groups in terms of age, gender, smoking exposure, and atopic sensitization ($p>0.05$). The cACT score was lower ($p=0.001$) and total IgE level was higher ($p=0.016$) in the uncontrolled group. In spirometric evaluation, FEV₁, FEV₁/FVC, and MEF25-75 values were significantly lower in the uncontrolled group ($p=0.005$, $p=0.01$, $p=0.028$, respectively); however, most values were not below pathological thresholds. Among the IOS parameters, R5-R20 (kPa·s/L), R5-R20 (%), and AX values were significantly higher in the uncontrolled group ($p<0.05$). **Conclusion:** Although spirometry can demonstrate differences between groups in children with moderate-to-severe persistent asthma, it may be limited in identifying small airway dysfunction. IOS, particularly with the R5-R20 parameter, reveals small airway involvement more sensitively. The use of IOS as a complementary method in the evaluation of small airways in uncontrolled asthma may be clinically beneficial.

Keywords: Asthma, cACT, impulse oscillometry, spirometry

Özet

Amaç: Küçük hava yolu disfonksiyonu astım kontrolü ile yakından ilişkilidir ve spirometri ile her zaman yeterince saptanamayabilir. Bu çalışmada, orta-ağır persistan astımı olan çocuklarda iyi kontrollü ve kontrolsüz astım grupları arasında spirometri ve impuls osilometri (İOS) parametrelerinin karşılaştırılması ve küçük hava yolu tutulumunun değerlendirilmesi amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntem:** Çalışmaya, GINA kriterlerine göre astım tanısı almış 6-17 yaş arasındaki 61 pediatrik hasta dahil edilmiştir. Astım kontrolü Çocukluk Çağı Astım Kontrol Testi (cACT) ile değerlendirilmiş ve hastalar iki gruba ayrılmıştır: iyi kontrollü (n=27) ve kontrolsüz (n=34). Tüm hastalara ATS/ERS standartlarına uygun olarak spirometri ve İOS ölçümleri yapılmıştır. Demografik, klinik ve laboratuvar verileri kaydedilmiştir. **Bulgular:** Gruplar arasında yaş, cinsiyet, sigara dumanına maruziyet ve atopik duyarlanma açısından anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0,05$). cACT skoru kontrolsüz grupta daha düşük ($p=0,001$) ve total IgE düzeyi daha yüksek bulunmuştur ($p=0,016$). Spirometrik değerlendirmede FEV₁,

FEV₁/FVC ve MEF25-75 değerleri kontrolsüz grupta anlamlı olarak daha düşük saptanmıştır (sırasıyla p=0,005, p=0,01, p=0,028); ancak değerlerin çoğu patolojik eşiklerin altında değildir. İOS parametrelerinden R5–R20 (kPa·s/L), R5–R20 (%) ve AX değerleri kontrolsüz grupta anlamlı olarak daha yüksek bulunmuştur (p<0,05). Sonuç: Orta-ağır persistan astımı olan çocuklarda spirometri grupları arasındaki farklılıkları gösterebilse de küçük hava yolu disfonksiyonunu belirlemede sınırlı kalabilir. Özellikle R5-R20 parametresi ile İOS, küçük hava yolu tutulumunu daha duyarlı bir şekilde ortaya koymaktadır. Kontrolsüz astımda küçük hava yollarının değerlendirilmesinde İOS'un tamamlayıcı bir yöntem olarak kullanılması klinik açıdan faydalı olabilir.

Anahtar kelimeler: Astım, cACT, impuls osilometri, spirometri

INTRODUCTION

Asthma is one of the most common chronic inflammatory airway diseases in childhood, characterized by variable airway obstruction and bronchial hyperresponsiveness (1). Current guidelines consider symptom frequency, exacerbations, rescue medication requirements, and pulmonary function tests as key determinants in assessing asthma control (1). However, it has been reported that persistent inflammation and functional impairment, particularly in the small airways, may continue even in patients who appear clinically controlled or who receive regular inhaled corticosteroid (ICS) therapy (2,3). This highlights the heterogeneous nature of asthma and the limitations of routine assessment methods.

Small airways (bronchioles with a diameter <2 mm) are anatomical regions that are affected early in the pathophysiology of asthma and are significantly involved in the processes of inflammation and remodeling (2). In contrast, spirometry, the most used method in clinical practice, primarily reflects changes in flow in the central and medium-sized air ways (3). Although FEV₁ and the FEV₁/FVC ratio are valuable in demonstrating large airway obstruction, they may not always adequately reveal small airway dysfunction. Although the MEF25-75 parameter provides information about the peripheral airways, it is not considered a reliable small airway marker on its own due to high variability and limited reproducibility (3,4). Indeed, there are studies showing the presence of small airway dysfunction despite normal or near-normal spirometry values (5).

Impulse oscillometry (IOS) is a method that evaluates airway mechanics by measuring airway resistance and reactance at different frequencies during tidal breathing; it is particularly applicable in the pediatric age group (4,6). The R5-R20 difference is considered a parameter reflecting the contribution of small airways to total resistance; reactance measurements such as AX and Fres provide information about peripheral airway elastic properties and airway closure tendency (4,6). Recent studies have reported that IOS parameters show a significant correlation with asthma control levels and can detect small airway dysfunction more sensitively than spirometry (5-7).

A significant proportion of children with moderate-to-severe persistent asthma may have clinically uncontrolled disease despite receiving regular ICS treatment. Evidence suggesting that small airway dysfunction may be associated with symptom control, risk of exacerbation, and quality of life necessitates a more detailed assessment of peripheral airways in this patient group (2,7). In this context, it is thought that IOS may contribute to clinical assessment as a complementary method to spirometry, particularly in uncontrolled asthmatic patients.

The aim of this study is to compare well-controlled and uncontrolled asthma groups in children with moderate-to-severe persistent asthma in terms of demographic characteristics, laboratory findings, spirometric parameters, and IOS measurements; specifically, to highlight the relative contributions of spirometry and IOS in the assessment of small airway dysfunction. This aims to highlight the role of small airways in assessing asthma control and to demonstrate the potential value of IOS in clinical practice.

MATERIALS AND METHODS

Study Design and Patient Selection

This investigation was structured as a cross-sectional observational study conducted among pediatric patients diagnosed with asthma who were monitored at a specialized tertiary pediatric allergy facility. The cohort comprised 61 children aged between 6 and 17 years, all of whom had received an asthma diagnosis in accordance with the standards established by the Global Initiative for Asthma (GINA). Each participant had been under consistent clinical oversight for at least 6 months and was receiving maintenance treatment with Inhaled Corticosteroids (ICS) as part of the prescribed stepwise approach to asthma management.

Individuals experiencing an acute asthma exacerbation during the assessment, those who had undergone systemic corticosteroid treatment within the preceding four weeks, and patients with comorbidities that might impact respiratory performance—such as chronic pulmonary conditions (e.g., cystic fibrosis or bronchopulmonary dysplasia), congenital cardiac anomalies, or neuromuscular diseases—were excluded from participation in the study.

Assessment of Asthma Control

Asthma control was evaluated using the Childhood Asthma Control Test (cACT). According to the cACT scores together with the clinical evaluation, the participants were categorized into two groups: those with well-controlled asthma and those with uncontrolled asthma. In addition, clinical characteristics at the time of assessment, including symptom frequency and current medication use, were documented.

Demographic and Clinical Data

The patients age, gender, age at asthma diagnosis, passive smoking exposure, and personal and family history of atopy were recorded. Skin prick test results and sensitization profiles (pollen, house dust mite, mold, cat dander, etc.) were obtained from the files. Laboratory evaluation included analysis of total IgE levels and the percentage of eosinophils in peripheral blood.

Spirometric Assessment

Pulmonary function testing was conducted in all participants using spirometry in accordance with the standards recommended by the American Thoracic Society and the European Respiratory Society (8,9). The measured parameters included forced vital capacity (FVC), forced expiratory volume in the first second (FEV₁), the FEV₁/FVC ratio, and the mid-expiratory flow rate (MEF₂₅₋₇₅). These spirometric indices were expressed as percentages of the predicted values adjusted for age, sex, and height. A MEF₂₅₋₇₅ value below 70% of the predicted level was accepted as a clinical indicator of small airway obstruction.

Impulse Oscillometry (IOS)

Impulse oscillometry testing was performed on all patients during tidal breathing to assess airway mechanics. Measurements were performed according to ATS/ERS recommendations (8,9). Total airway resistance (R₅), central airway resistance (R₂₀), the R₅-R₂₀ difference indicating small airway contribution (kPa·s/L and %), reactance (X₅, X₂₀), area reactance (AX), and resonance frequency (F_{res}) parameters were recorded. An increase in the R₅-R₂₀ difference was considered an indicator of small airway dysfunction. R₅-R₂₀ %>30 values were considered the clinical threshold for small airway obstruction.

Statistical Analysis

Data analysis was carried out using the IBM SPSS Statistics software package (IBM Corp., Armonk, NY, USA). The normality of continuous variables was evaluated with the Kolmogorov–Smirnov test and the Shapiro–Wilk test. Variables demonstrating a normal distribution were reported as mean ± standard deviation (SD), whereas non-normally distributed variables were summarized as median values with minimum–maximum ranges. Categorical data were presented as frequencies and percentages.

Comparisons between the well-controlled and uncontrolled asthma groups were performed using the Mann–Whitney U test for continuous variables that did not follow a normal distribution. For categorical variables, either the Chi-square test or the Fisher's exact test was applied when expected cell counts were less than five. All statistical analyses were conducted using two-tailed tests, and a p value <0.05 was considered statistically significant.

Impulse oscillometry (IOS) and spirometric measurements were evaluated separately when comparing the two study groups. In the assessment of small airway dysfunction, R5-R20 (kPa·s/L), R5-R20 (%), and AX parameters derived from IOS were analyzed. For spirometry, a MEF25-75 value below 70% of the predicted value was considered indicative of small airway involvement, whereas in IOS, an R5-R20 value greater than 30% was accepted as a marker of small airway dysfunction.

The study protocol was reviewed and approved by the local ethics committee (decision number: 2026/9321). Written informed consent was obtained from the parents of all participants, and assent was obtained from the children included in the study.

RESULTS

The study population consisted of 61 patients. Of these, 48 participants (78.7%) were male. The median age of the cohort was 12 years, with a range between 6 and 17 years. The median age at the time of asthma diagnosis was 7 years (range: 2–13 years). Exposure to passive smoking was reported in 18 patients (29.5%). According to the level of asthma control, 27 patients (44.3%) were classified as having well-controlled asthma. The median score obtained from the Childhood Asthma Control Test (cACT) was 19, with values ranging from 9 to 25.

Table 1. Demographic, medical, and laboratory characteristics of participants (n = 61)

Category	Variable	n (%)
Demographics	Male sex	48 (78.7)
	Age, years, median (min-max)	12 (6-17)
	Age of diagnosis	7 (2-13)
	Passive smoking exposure	18 (29.5)
	Controlled asthma	27 (44.3)
	cACT score	19 (9-25)
Personal history of atopy	Allergic rhinitis	56 (91.8)
	Eczema	9 (14.8)
	Drug allergy	4 (6.6)
	Food allergy	12 (19.7)
Family history of atopy	Allergic rhinitis	36 (59)
	Asthma	23 (37.7)
	Eczema	7 (11.5)
Medical History	Inhaled corticosteroids	45 (73.8)
	Long-acting β 2-agonist + ICS	28 (45.9)
	Montelukast	26 (42.6)
Laboratory	Total IgE, IU/mL	254 (2.42-1646)
	Eosinophils, %	2.6 (0.2-13.7)
	Pollen sensitization	47 (77)
	House dust mite sensitization	8 (13.1)
	Mold sensitization	5 (8.2)
	Cat dander sensitization	5 (8.2)

ICS: Inhaled corticosteroid, LABA: Long-acting beta 2 agonist

When personal atopic history was examined, the most common accompanying condition was allergic rhinitis (91.8%), followed by food allergies (19.7%), eczema (14.8%), and drug allergy (6.6%). In the family history, allergic rhinitis was the most common condition (59%) (Table 1). Regarding treatment characteristics, 45 (73.8%) of patients used inhaled corticosteroids (ICS), 28 (45.9%) used long-acting β 2-agonists (LABA) and ICS, and 26 (42.6%) received montelukast treatment. Laboratory evaluation revealed a median total IgE level of 254 IU/mL (2.42-1646) and an eosinophil percentage of 2.6% (0.2-13.7). When the sensitization profile was examined, pollen sensitization was the most common (77.0%), followed by house dust mite (13.1%), mold (8.2%), and cat dander (8.2%) sensitization (Table 1).

The study compared the well-controlled asthma group with the uncontrolled asthma group in terms of demographic, laboratory, and pulmonary function test parameters. Twenty-one (77.8%) patients in the well-controlled group and 27 (79.4%) patients in the uncontrolled group were male ($p=1.000$). Cigarette exposure was detected in 5 (18.5%) and 13 (38.2%) patients, respectively ($p=0.163$). Skin prick test positivity was present in 23 (85.2%) patients in the well-controlled group and 27 (79.4%) patients in the uncontrolled group ($p=0.740$). The groups were similar in terms of age distribution and eosinophil

percentage ($p>0.05$). However, the cACT score was significantly lower in the uncontrolled group ($p=0.001$), while the total IgE level was higher ($p=0.016$).

While the R5 and R20 values were similar in impulse oscillometry parameters ($p=0.159$), the R5-R20 ($\text{kPa}\cdot\text{s/L}$) and R5-R20 (%) values were significantly higher in the uncontrolled group ($p=0.02$ and $p=0.005$, respectively). The AX value was also increased in the uncontrolled group ($p=0.027$), but there was no difference in terms of X5, X20 and Fres ($p>0.05$).

In spirometric evaluation, FEV1, FEV1/FVC, and MEF25-75 values were significantly lower in the uncontrolled asthma group ($p=0.005$, $p=0.01$, $p=0.028$, respectively) but were not pathological values indicating airway obstruction. FVC and PEF values were similar between groups ($p>0.05$) (Table 2).

Table 2. Comparison of Clinical, Laboratory, IOS and Spirometric Parameters Between Well-Controlled and Uncontrolled Asthma Groups

IOS Parameters	Well controlled asthma Group (n:27)	Uncontrolled asthma Group (n:34)	p value
Gender, male, n (%)	21 (77.8)	27 (79.4)	1.0
Age, median (min-max), years	12 (6-16)	13 (6-17)	0.714
Exposure to cigarettes, n (%)	5(18.5)	13 (38.2)	0.163
Skin prick test positivity, n (%)	23(85.2)	27 (79.4)	0.740
Deri prick test positivity	23 (85.2)	27 (79.4)	0.806
cACT score	23.5 (10-25)	17 (9-27)	0.001
Total Ig E	215 (2.42-1646)	328.5 (17.8-1587)	0.016
Eosinophil percent (%)	2.6 (0.4-13.2)	2.95 (0.2-13.7)	0.15
R5 ($\text{kPa}\cdot\text{s/L}$) mean $\pm$ SD	0.417 $\pm$ 0.251	0.508 $\pm$ 0.245	0.159
R20 ($\text{kPa}\cdot\text{s/L}$) mean $\pm$ SD	0.288 $\pm$ 0.147	0.277 $\pm$ 0.146	0.159
R5–R20 ($\text{kPa}\cdot\text{s/L}$) mean $\pm$ SD	0.128 $\pm$ 0.137	0.231 $\pm$ 0.190	0.02
R5–R20 (%), mean $\pm$ SD	30.769 $\pm$ 24.476	38.353 $\pm$ 39.916	0.005
X5 ($\text{kPa}\cdot\text{s/L}$) mean $\pm$ SD	-0.120 $\pm$ 0.112	-0.138 $\pm$ 0.086	0.354
X20 ($\text{kPa}\cdot\text{s/L}$) mean $\pm$ SD	-0.024 $\pm$ 0.075	-0.037 $\pm$ 0.087	0.636
AX (kPa/L) mean $\pm$ SD	1.152 $\pm$ 1.492	1.820 $\pm$ 1.549	0.027
Fres (Hz) mean $\pm$ SD	18.469 $\pm$ 6.477	20.607 $\pm$ 7.191	0.805
FVC (% predicted), mean $\pm$ SD	101 $\pm$ 17.6	90.5 $\pm$ 22.4	0.673
PEF (% predicted), mean $\pm$ SD	69.5 $\pm$ 20	64.7 $\pm$ 19	0.441
FEV1 (% predicted), mean $\pm$ SD	105 $\pm$ 19.5	89.9 $\pm$ 22.6	0.005
FEV1/FVC (%), mean $\pm$ SD	87.2 $\pm$ 9.3	83 $\pm$ 8.6	0.01
MEF25–75 (% predicted), mean $\pm$ SD	93.1 $\pm$ 23.7	79.1 $\pm$ 27.7	0.028

DISCUSSION

In this study, spirometry and impulse oscillometry (IOS) parameters were compared according to asthma control levels in children with moderate-to-severe persistent asthma, the vast majority of whom used regular inhaled corticosteroids (ICS). Although FEV₁, FEV₁/FVC, and MEF25-75 values were shown to be statistically significantly lower in the uncontrolled asthma group, it is noteworthy that these values were mostly not below the classic thresholds used to define small airway disease (e.g., FEV₁ <80%, MEF25-75 <70%). This suggests that although spirometry can demonstrate differences between groups, it may be limited in revealing small airway dysfunction. Indeed, it is known that small airways are affected early and significantly in the pathophysiology of asthma, but spirometry mainly reflects central airways (2,3). When IOS parameters were evaluated, the significantly higher values of R5-R20 (kPa·s/L), R5-R20 (%), and AX in the uncontrolled asthma group indicate that peripheral airway dysfunction is more pronounced. The R5-R20 difference reflects the difference between total airway resistance at low frequencies and central airway resistance at high frequencies, revealing the contribution of small airways. Recent studies have reported that IOS, particularly through the R5-R20 parameter, can detect small airway dysfunction even in symptomatic patients with normal spirometry (5-7,10). These findings are consistent with our study, which showed increased R5-R20 values and percentages in the uncontrolled group.

Studies examining the relationship between asthma control and IOS parameters have shown that small airway dysfunction is significantly associated with poor asthma control (7,10). Studies conducted in the pediatric population have reported that IOS measurements correlate with asthma control tests and reveal small airway involvement more sensitively than spirometry (7). In our study, the high R5-R20 and AX values in the uncontrolled group with low cACT scores support the relationship between small airway dysfunction and clinical control level.

Studies comparing the performance of spirometry and IOS in detecting small airway disease emphasize that while MEF25-75 provides insight into peripheral airways, it has high variability and is not a reliable marker on its own (4). In our study, although MEF25-75 was found to be statistically low in the uncontrolled group, the fact that the mean values were not below 70% indicates that it has limited value in defining small airway disease. In contrast, the increase in R5-R20 obtained with IOS more clearly revealed small airway dysfunction.

The fact that approximately three-quarters of our patients were using ICS therapy is also an important finding. Nevertheless, the persistence of small airway dysfunction demonstrated by IOS in the uncontrolled group suggests that inflammation in the peripheral airways cannot be completely suppressed. The literature also indicates that small airway dysfunction can persist even in clinically treated asthmatic patients and that it is associated with symptom control (6,7). This situation highlights the importance of treatment strategies targeting small airways (e.g., extra-fine particulate inhaler preparations), especially in patients with moderate-to-severe persistent or uncontrolled asthma.

In conclusion, our findings indicate that spirometry can demonstrate differences between groups based on asthma control levels but may be limited in establishing threshold values that define small airway disease. In contrast, IOS parameters both reflect group differences more clearly and reveal small airway dysfunction more sensitively. Therefore, IOS is considered an important complementary method to spirometry in the assessment of small airway involvement, particularly in children with uncontrolled or moderate-to-severe persistent asthma.

REFERENCES

1. Global Initiative for Asthma (GINA). *Global Strategy for Asthma Management and Prevention*. 2024 Update.
2. Hamid Q, Song Y, Kotsimbos TC, et al. Inflammation of small airways in asthma. *J Allergy Clin Immunol*. 1997;100:44–51. doi:10.1016/S0091-6749(97)70195-6
3. Usmani OS. Small airway disease in asthma: pathophysiology and clinical implications. *Curr Opin Pulm Med*. 2015;21:55–67. doi:10.1097/MCP.0000000000000124
4. Pisi R, Aiello M, Frizzelli A, et al. Detection of small airway dysfunction in asthmatic patients by spirometry and impulse oscillometry system. *Respiration*. 2023;102:487–494. doi:10.1159/000530539

5. Cottini M, Bondi B, Bagnasco D, et al. Impulse oscillometry-defined small airway dysfunction in asthmatic patients with normal spirometry. *Respir Med.* 2023;218:107391. doi:10.1016/j.rmed.2023.107391
6. Li L-Y, Yan T-S, Yang J, et al. Impulse oscillometry for detection of small airway dysfunction in subjects with preserved pulmonary function. *Respir Res.* 2021;22:68. doi:10.1186/s12931-021-01654-5
7. Lin LM, Chang YJ, Yang KD, et al. Small airway dysfunction measured by impulse oscillometry is associated with asthma control in children. *Front Pediatr.* 2022;10:877681. doi:10.3389/fped.2022.877681
8. Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, et al. Standardization of Spirometry 2019 Update. An Official American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. *Am J Respir Crit Care Med.* 2019;200(8):e70–e88. doi:10.1164/rccm.201908-1590ST
9. King GG, Bates J, Berger KI, et al. Technical standards for respiratory oscillometry. An Official American Thoracic Society/European Respiratory Society Technical Statement. *Eur Respir J.* 2020;55(2):1900753. doi:10.1183/13993003.00753-2019
10. Manoharan A, Anderson WJ, Lipworth J, Lipworth BJ. Assessment of spirometry and impulse oscillometry in relation to asthma control. *Lung.* 2015;193:47–51. doi:10.1007/s00408-014-9656-0
11. Hogg JC, Macklem PT, Thurlbeck WM. Site and nature of airway obstruction in chronic obstructive lung disease. *N Engl J Med.* 1968;278:1355–1360.

Presentation ID / Sunum No= 169

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0001-5896-2497

Akciğer Kanseri Hastalarında Yaşamın Son Döneminde Tam Kan Transfüzyonunun Sağ Kalım Üzerindeki Etkisi

227

Dr. Kaan Kara¹

¹ Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Yedikule Göğüs Hastalıkları ve Göğüs Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göğüs Hastalıkları Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Özet

Giriş: Anemi, ileri evre kanser hastalarında sık görülen bir komplikasyondur ve terminal dönemde yaşam kalitesini önemli ölçüde bozmaktadır. Kırmızı kan hücresi transfüzyonu (KKT) sıklıkla semptomları hafifletmek için kullanılsa da, son evre akciğer kanseri hastalarında prognostik değeri belirsizliğini korumaktadır. Bu çalışma, KKT'nin sağkalım üzerindeki etkisini araştırmayı ve terminal akciğer kanseri hastalarında transfüzyonla ilişkili klinik ve laboratuvar faktörlerini belirlemeyi amaçlamıştır. **Yöntemler:** Bu retrospektif gözlemsel çalışmaya, Ocak 2018 ile Ağustos 2023 tarihleri arasında palyatif bakım için hastaneye yatırılan 226 son evre akciğer kanseri hastası dahil edilmiştir. Demografik özellikler, klinikopatolojik özellikler ve yatış sırasında kaydedilen laboratuvar parametreleri analiz edilmiştir. Sağkalım süresi, hastaneye yatış ile ölüm arasındaki süre olarak tanımlanmıştır. Prognostik faktörleri belirlemek için Kaplan-Meier sağkalım analizi, KKT ile ilişkili faktörleri değerlendirmek için ise Mantel-Haenszel ki-kare testi kullanılmıştır. **Sonuçlar:** Tüm hastaların ortalama sağkalım süresi 7 gündür. RBCT, 90 hastaya (%39,8) uygulandı. RBCT alan hastaların, transfüzyon almayanlara kıyasla anlamlı derecede daha uzun süre hayatta kaldığı görüldü (9 gün vs 5 gün, $p<0,001$). ECOG performans durumu ve prokalsitonin düzeyleri de anlamlı prognostik faktörlerdi (sırasıyla $p<0,001$ ve $p=0,033$). RBCT alan hastalarda, transfüzyon sayısı ile hayatta kalma süresi arasında pozitif bir korelasyon gözlemlendi ($rs=0,259$, $p=0,014$). Düşük hemoglobin, yüksek CRP düzeyleri, düşük albümin düzeyleri ve düşük kalsiyum düzeyleri, RBCT gereksinimi ile anlamlı derecede ilişkililiydi ($p<0,05$). **Sonuç:** RBCT, terminal dönem akciğer kanseri hastalarında hayatta kalma süresini iyileştirmekle ilişkili görünmektedir ve seçilmiş vakalarda anlamlı bir destekleyici müdahale olabilir. Bu bulgular, yaşam sonu kanser bakımında transfüzyon uygulamalarına ilişkin sınırlı kanıtlara katkıda bulunmakta ve bireyselleştirilmiş klinik karar vermenin önemini vurgulamaktadır. Bu sonuçları doğrulamak için daha ileri prospektif çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Kan Transfüzyonu, Akciğer Kanseri, Yaşamın Son Dönemi

1. Giriş ve Amaç

Yaşam sonu dönemdeki kanser hastalarında, hastaların "iyi bir ölüm" sürecine ulaşmalarına yardımcı olmak, aşırı tedaviden kaçınmak ve etkili palyasyon sağlamak adına prognostik faktörlerin doğru belirlenmesi hayati önem taşımaktadır (1, 2). Bu dönemdeki hastaların ve ailelerinin tamamlanmamış

işlerini bitirmelerine olanak tanımak için sağkalım öngörüsü klinik kararların merkezinde yer alır. Ancak, terminal dönemdeki sistemik bozukluklar ve hemodinamik dengesizlikler, hekimlerin ve hasta yakınlarının tedavi kararlarını zorlaştırmaktadır.

Anemi, kanser hastalarında en sık görülen hematolojik belirtilerden biridir ve özellikle hastanede yatan hastaların yaklaşık %50'sinde tespit edilir (3, 4). Bu durum tümörün doğrudan etkisi, paraneoplastik sendromlar veya kanser tedavilerinin yan etkileriyle ortaya çıkabilir (5). Palyatif bakımda anemi yönetimi, özellikle yaşamın son günlerindeki yatışlarda semptomların (yorgunluk, nefes darlığı vb.) şiddetlenmesi nedeniyle kritik bir yer tutar (4, 6, 7). Eritrosit süspansiyonu (ES) transfüzyonu, olası risklerine rağmen semptomları hafifletmek için sıkça tercih edilen bir yöntemdir. Ancak, terminal dönemdeki akciğer kanseri hastalarında ES transfüzyonunun sağkalım üzerindeki net etkisi ve bu ihtiyacı öngören faktörler literatürde henüz yeterince aydınlatılmamıştır. Bu çalışmanın amacı, terminal dönem akciğer kanseri hastalarında ES transfüzyonunun prognostik değerini araştırmak ve transfüzyonla ilişkili biyobelirteçleri belirlemektir.

2. Materyal ve Metot

Çalışma, Ocak 2018 ile Ağustos 2023 tarihleri arasında bir eğitim ve araştırma hastanesinin palyatif birimine yatırılan **226 evre IV akciğer kanseri hastasını** kapsayan retrospektif, gözlemsel bir araştırmadır (6).

- **Hasta Seçimi:** Çalışmanın homojenliğini sağlamak adına beyin metastazı olanlar, son bir ay içinde kemoterapi alanlar, aktif kanaması, septik şoku veya kronik organ yetmezliği (kalp, böbrek, karaciğer) olan hastalar dışlanmıştır (9).
- **Transfüzyon Kriterleri:** Hemoglobin (Hb) değeri 8 g/dL'nin altında olan ve doku oksijenasyonu yetersizliği (taşikardi, hipotansiyon gibi) belirtileri gösteren hastalara allojenik ES transfüzyonu uygulanmıştır (8, 10).
- **Veri Analizi:** Laboratuvar parametreleri için medyan değerler eşik (cut-off) noktaları olarak kullanılmıştır (Hb: 10.15 g/dL, Prokalsitonin: 0.89 ng/mL, CRP: 157.3 mg/L, Albümin: 2.85 g/dL). Sağkalım analizleri Kaplan-Meier yöntemiyle gerçekleştirilmiş, değişkenler arasındaki ilişkiler Mantel-Haenszel ki-kare ve Spearman korelasyon testleriyle incelenmiştir (11).

3. Bulgular

Çalışmaya dahil edilen hastaların %76,1'i erkek olup, büyük çoğunluğu (%77,9) küçük hücreli dışı akciğer kanseri (KHDAK) tanısına sahiptir (12). Hastaların %39,8'ine (n=90) yatışları süresince ES transfüzyonu yapılmıştır.

Sağkalım Verileri: Tüm hastalar için **ortanca sağkalım süresi 7 gün** olarak bulunmuştur (6). Analizler, ES transfüzyonu yapılan hastaların, yapılmayanlara göre anlamlı düzeyde daha uzun yaşadığını göstermiştir:

- **ES Transfüzyonu Alanlar:** 9 gün ortanca sağkalım.
- **ES Transfüzyonu Almayanlar:** 5 gün ortanca sağkalım (p<0.001) (13).

Ayrıca, ECOG performans skoru ve prokalsitonin seviyeleri bağımsız prognostik faktörler olarak tanımlanmıştır. Düşük ECOG skorlu (<3) hastalar 22 gün, yüksek skorlular ise 6 gün yaşamıştır. Benzer şekilde, düşük prokalsitonin (<0.89 ng/mL) 10 gün sağkalım ile ilişkili bulunmuştur (p=0.033) (13, 16). Transfüzyon alan grupta, **uygulanan ES ünitesi sayısı arttıkça sağkalım süresinin de arttığı** saptanmıştır (rs = 0.259, p=0.014).

Transfüzyon İhtiyacı ile İlişkili Faktörler: Düşük hemoglobin (<10.15 g/dL), yüksek CRP (≥157.3 mg/L), düşük albümin (<2.85 g/dL) ve düşük kalsiyum (<8.9 mg/dL) seviyelerinin transfüzyon ihtiyacı ile istatistiksel olarak çok güçlü bir ilişkisi olduğu saptanmıştır (p<0.001'den p=0.014'e kadar) (14, 15).

4. Tartışma

Elde edilen sonuçlar, yaşam sonu dönemdeki akciğer kanseri hastalarında kan transfüzyonunun sağkalım üzerinde pozitif, ancak mütevazı bir etkisi olduğunu doğrulamaktadır. Bu bulgu,

transfüzyonun aneminin tetiklediği sistemik inflamasyonu ve metabolik bozulmaları (CRP ve albümin üzerinden ölçülen) hafifletebileceği hipotezini desteklemektedir (15, 19, 21).

Dünya genelinde kansere bağlı ölümlerin başında gelen akciğer kanseri, palyatif bakım birimlerinde büyük bir yük oluşturmaktadır (11, 12). Literatürde bazı çalışmalar yaşam sonu transfüzyonların etkisinin kısa süreli olduğunu ve hastaların üçte birinin iki hafta içinde öldüğünü belirtse de (4, 18, 20), bu çalışma seçilmiş hasta gruplarında (belirli performans durumu ve biyobelirteç profiline sahip) transfüzyonun anlamlı bir avantaj sunabileceğini göstermektedir. Özellikle prokalsitonin seviyelerinin prognostik değeri, kanser hastalarında bağışıklık baskılanması nedeniyle artan enfeksiyon riskinin yönetiminde bu belirtecin önemini vurgulamaktadır (14, 16).

Kısıtlılıklar: Çalışma tek merkezli ve retrospektif bir yapıdadır. Ayrıca transfüzyonun maliyet-etkinlik analizi yapılmamış ve yaşam kalitesi ölçekleri (semptom rahatlaması gibi) değerlendirilmemiştir (17, 21). Ancak, sadece yaşam sonu akciğer kanseri hastalarına odaklanan homojen bir kohort olması çalışmanın en güçlü yönüdür.

5. Sonuç

ESMO (Avrupa Tıbbi Onkoloji Derneği) kılavuzları, yaşam sonu dönemde transfüzyon konusunda kanıt yetersizliği nedeniyle kesin bir öneride bulunmamaktadır (22). Bu çalışma, literatürdeki bu boşluğu doldurarak ES transfüzyonunun sağkalımı uzatan bağımsız bir prognostik faktör olduğunu ortaya koymaktadır. **Sonuç olarak, terminal dönem akciğer kanseri hastalarında transfüzyon kararı sadece hemogloblin değerine hapsedilmemeli; hastanın genel performans durumu, inflamatuvar belirteçleri ve etik değerler ışığında bireyselleştirilmiş bir yaklaşımla verilmelidir (22).**

Anahtar Kelimeler: Akciğer kanseri, transfüzyon, yaşam sonu, sağkalım, palyatif bakım.

Kaynakça

1. Ruegger J, et al. Care of adults in the last days of life: summary of NICE guidance. *BMJ*. 2015;351:h6631.
2. Mori M, et al. Prognostication of the last days of life. *Cancer Res Treat*. 2022;54(3):631-643.
3. Calabrich A, Katz A. Management of anemia in cancer patients. *Future Oncol*. 2011;7(4):507-517.
4. To THM, et al. Prospective evaluation of red blood cell transfusions in palliative care. *J Palliat Med*. 2017;20(10):1152-1157.
5. Adamson JW. The anemia of inflammation/malignancy: mechanisms and management. *Hematology*. 2008;159-165.
6. Goksu SS, et al. Blood transfusion at the end of life and survival effect. *Asian Pac J Cancer Prev*. 2014;15(10):4251-4254.
7. Barca-Hernando M, et al. Impact of anemia on quality of life. *Cancers (Basel)*. 2021;13(11):2517.
8. Goubran HA, et al. Impact of transfusion on cancer growth. *Cancer Growth Metastasis*. 2016;9:1-8.
9. Rzyman W, et al. Influence of blood transfusion on NSCLC survival. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003;126(3):755-760.
10. Liumbruno G, et al. Plasma and platelet transfusion recommendations. *Blood Transfus*. 2009;7(2):132-150.
11. Siegel RL, et al. Cancer statistics 2023. *CA Cancer J Clin*. 2023;73(1):17-48.
12. Sung H, et al. GLOBOCAN 2020 data. *CA Cancer J Clin*. 2021;71(3):209-249.
13. Huynh L, Moore J. Palliative care in older adults with cancer. *Curr Opin Support Palliat Care*. 2021;15(1):23-28.
14. Lee YH, et al. Cancer as a dysfunctional immune disorder. *Biomedicines*. 2022;10(10):2497.
15. Macedo F, et al. Antimicrobial therapy in palliative care. *Support Care Cancer*. 2018;26(5):1361-1367.

16. Kajikawa S, et al. Prognostic impact of serum procalcitonin. *Tumori*. 2021;107(5):385-391.
17. Griffiths EA, et al. NCCN Guidelines: Hematopoietic Growth Factors. *J Natl Compr Canc Netw*. 2022;20(5):436-442.
18. Timilsina S, et al. Symptomatic benefit of PRBC transfusion. *BMC Palliat Care*. 2019;18(1):67.
19. Fan R, et al. Prognostic nomogram in advanced cancer. *Ann Palliat Med*. 2023;12(3):472-486.
20. Jellinge ME, et al. Hypoalbuminemia predicts mortality. *PLoS One*. 2014;9(8):e105983.
21. Amano K, et al. CRP as a prognostic marker in cancer. *J Pain Symptom Manage*. 2016;51(5):860-867.
22. Crawford GB, et al. ESMO end-of-life care guidelines. *ESMO Open*. 2021;6(4):100225.

Presentation ID / Sunum No= 176

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-3374-9328

Çocukluk Çağında Skrotal Ağrının Az Bilinen Sık Nedeni: Testis Eklerinin Torsiyonu Olgu Sunumu Serisi

231

Dr. Ezgi Kartal¹

¹Yeditepe Üniversitesi Hastaneleri

Özet

Testis uzantılarının torsiyonu, ergenlik öncesi çocuklarda akut skrotal ağrının en yaygın nedeni olarak kabul edilir. En sık 7-12 yaş arası erkek çocuklarda görülmekle birlikte her yaşta ortaya çıkabilir. Testiküler apendiks veya epididimal apendiks torsiyona uğrayabilir ve semptomatik hale gelebilir. Etyolojide travma önemli bir etken olsa da olguların çoğunluğu spontan gelişir. Tanıda görüntüleme oldukça etkilidir. Ultrasonografi ilk basamak ve en etkin tanısal görüntüleme yöntemidir. Hastanemiz aciline farklı zamanlarda başvuran iki spontan testiküler apendiks torsiyonu olgusunda klinik yakınmalar, görüntüleme bulguları, tedavi yönetimi ve prognostik seyir benzer şekilde ilerlemiştir. Ani başlangıçlı sağ skrotal ağrı yakınması ile başvuran 11 yaş erkek olguda ve ani başlangıçlı sol skrotal ağrı yakınması ile başvuran 12 yaş erkek olguda, etyolojiye yönelik yapılan ultrasonografide, yakınmaların olduğu tarafta skrotal kavite içerisinde büyümüş hipoekoik nodüler lezyon şeklinde prezente olan torsiyone testiküler apendiks izlenmiştir. 14 yaşında travma sonrası gelişen sağ epididimit ön tanısıyla çocuk cerrahi kliniğinden refere edilen diğer bir olguda yapılan görüntülemelerde posttravmatik sağ epididimit ve sağ epididim apendiksinde torsiyon görünümü saptanmıştır. Üç olguda da tanı için ek inceleme gerekmemiştir. Konservatif tedavi ile izlem tercih edilen olgularda yatak istirahati, skrotal yükseltme, buz uygulaması, steroid olmayan antiinflamatuvar ilaçlar ve analjezikler kullanılmıştır. Mevcut tedavi ile yakınmalar bir hafta içerisinde gerilemiştir. Kontrol ultrasonografide görüntüleme bulgularının total gerilediği görülmüştür. Epididim ve testiküler apendiks torsiyonu çocukluk çağında sık görülen akut başlangıçlı skrotal ağrı sebebidir. Travma etyolojide önemlidir. Tek tedavi seçeneği cerrahi olan testis torsiyonuna göre daha selim ilerlemektedir. Genellikle konservatif tedavi ile gerileme gösterdiği için ayırıcı tanıda radyologların göz önünde bulundurması gereken bir antitedir. Farkedilmesi ve klinisyenlere bildirilmesi durumunda gereksiz cerrahilerin önüne geçilmesi sağlanabileceği için tüm radyologlar bu patoloji konusunda farkındalık geliştirmelidir.

Anahtar Kelimeler: Testis, Epididim, Apendiks, Testis Ekleri, Torsiyon, Ultrasonografi.

A Frequently Encountered But Underrecognized Cause of Scrotal Pain in Children: A Case Series of Torsion of the Testicular Appendages.

Abstract

Torsion of the testicular appendages is one of the most common causes of acute scrotal pain in prepubertal boys. Although it is most frequently observed between the ages of 7 and 12 years, it may occur at any age during childhood. Torsion may involve either the appendix testis or the appendix epididymis, resulting in symptomatic presentation. While trauma is recognized as a contributing etiological factor, most cases develop spontaneously. Imaging plays a crucial role in diagnosis, and ultrasonography is considered the first-line and most reliable diagnostic modality. We present three cases of testicular appendage torsion that presented to the emergency department of our institution at different times, demonstrating similar clinical symptoms, imaging findings, management strategies, and outcomes. An 11-year-old boy with sudden-onset right-sided scrotal pain and a 12-year-old boy with sudden-onset left-sided scrotal pain underwent ultrasonographic evaluation. In both cases, ultrasonography revealed an enlarged hypoechoic nodular lesion within the scrotal cavity on the symptomatic side, consistent with a torsed testicular appendage. A third case involved a 14-year-old boy referred from the pediatric surgery department with a preliminary diagnosis of right epididymitis following trauma. Imaging demonstrated post-traumatic right epididymitis accompanied by torsion of the right epididymal appendage. In all three patients, the diagnosis was established based on ultrasonographic findings without the need for additional diagnostic investigations. All patients were managed conservatively with bed rest, scrotal elevation, ice application, nonsteroidal anti-inflammatory drugs, and analgesics. Clinical symptoms resolved within one week, and follow-up ultrasonography demonstrated complete resolution of the imaging findings. Torsion of the testicular appendages is an important cause of acute scrotal pain in children. Accurate recognition by radiologists is essential, as prompt diagnosis may help avoid unnecessary surgical intervention.

Keywords: Testis, Epididymis, Appendix, Testicular Appendages, Torsion, Ultrasonography.

Giriş:

Testis uzantılarının torsiyonu, ergenlik öncesi çocuklarda akut skrotal ağrının en yaygın nedeni olarak kabul edilir (1). En sık 7-12 yaş arası erkek çocuklarda görülmekle birlikte her yaşta ortaya çıkabilir (2). Testis torsiyonuna göre daha sık izlense de, testiste meydana gelen torsiyon daha mortal ve morbid seyredebildiği için daha çok önem verilmekte ve daha çok bilinmektedir. Tanıda görüntüleme oldukça etkilidir. Ultrasonografi ilk basamak ve en etkin tanısal görüntüleme yöntemidir. Hastanemiz aciline farklı zamanlarda başvuran iki spontan testiküler apendiks torsiyonu olgusunda klinik yakınmalar, görüntüleme bulguları, tedavi yönetimi ve prognostik seyir benzer şekilde ilerlemiştir. Ani başlangıçlı sağ skrotal ağrı yakınması ile başvuran 11 yaş erkek olguda ve ani başlangıçlı sol skrotal ağrı yakınması ile başvuran 12 yaş erkek olguda ve 14 yaşında travma sonrası gelişen sağ epididimit ön tanısıyla çocuk cerrahi kliniğinden refere edilen diğer bir olguda yapılan görüntülemede testiküler eklerin torsiyonu saptanmıştır.

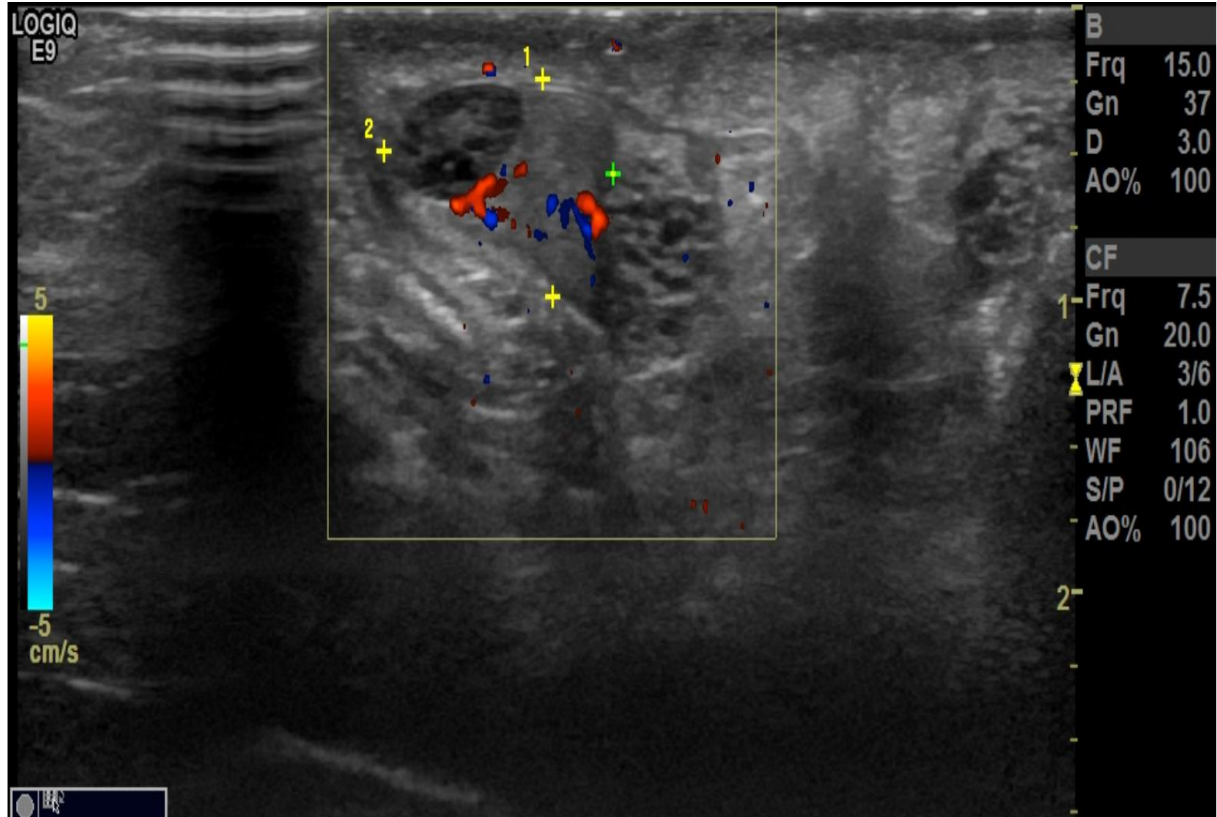
Olgu sunumu:

Olgu-1:

11 yaşında erkek olgu, ani başlangıçlı sağ skrotal ağrı yakınması ile hastanemiz acil servisine başvurdu. Hastanın öyküsünde travma, ateş, üriner semptom veya benzer yakınma öyküsü bulunmamaktaydı. Fizik muayenede sağ hemiskrotumda hassasiyet ve palpasyonla ağrı saptandı. Skrotal ciltte belirgin hiperemi izlenmezken testisin pozisyonu normal olarak değerlendirildi.

Ayırıcı tanıda akut skrotum etyolojisini araştırmak amacıyla yüksek frekanslı lineer prob kullanılarak skrotal ultrasonografi ve renkli Doppler ultrasonografi incelemesi gerçekleştirildi. Gri skala

ultrasonografide sağ testisin üst polü komşuluğunda yaklaşık 1 cm çapında, kistik açıklıklar içeren hipoekoik nodüler görünümde lezyon izlendi (Resim 1). Lezyonun morfolojisi ve lokalizasyonu testiküler apendiks ile uyumlu olarak değerlendirildi. Renkli Doppler incelemede lezyon içerisinde belirgin vaskülarite izlenmezken (Resim 1), testis parankiminde arteriyel ve venöz kan akımının normal olduğu gözlemlendi. Bulgular **sağ testiküler apendiks torsiyonu** ile uyumlu olarak değerlendirildi.



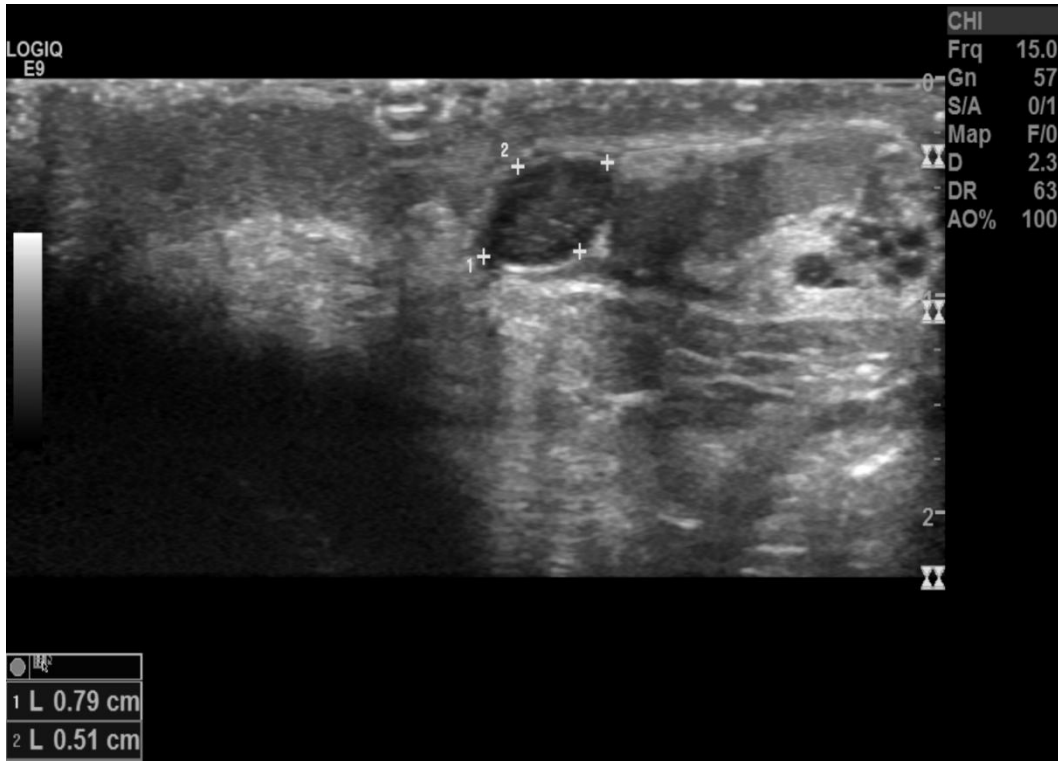
Resim 1’de milimetrik çaplı kistik açıklıklar içeren hipoekoik nodüler lezyon şeklinde görülen, RDUS’de vaskülarizasyonu saptanmayan torsiye testiküler apendiks ait görünüm izleniyor.

Klinik ve radyolojik bulgular doğrultusunda hastaya konservatif tedavi planlandı. Yatak istirahati, skrotal elevasyon, buz uygulaması ve nonsteroid antiinflatuar ilaç tedavisi başlandı. Hastanın ağrı yakınması birkaç gün içerisinde belirgin şekilde geriledi. Bir hafta sonra yapılan kontrol ultrasonografide torsiye apendiks ile uyumlu görünümün kaybolduğu ve skrotal yapıların doğal olarak izlendiği saptandı.

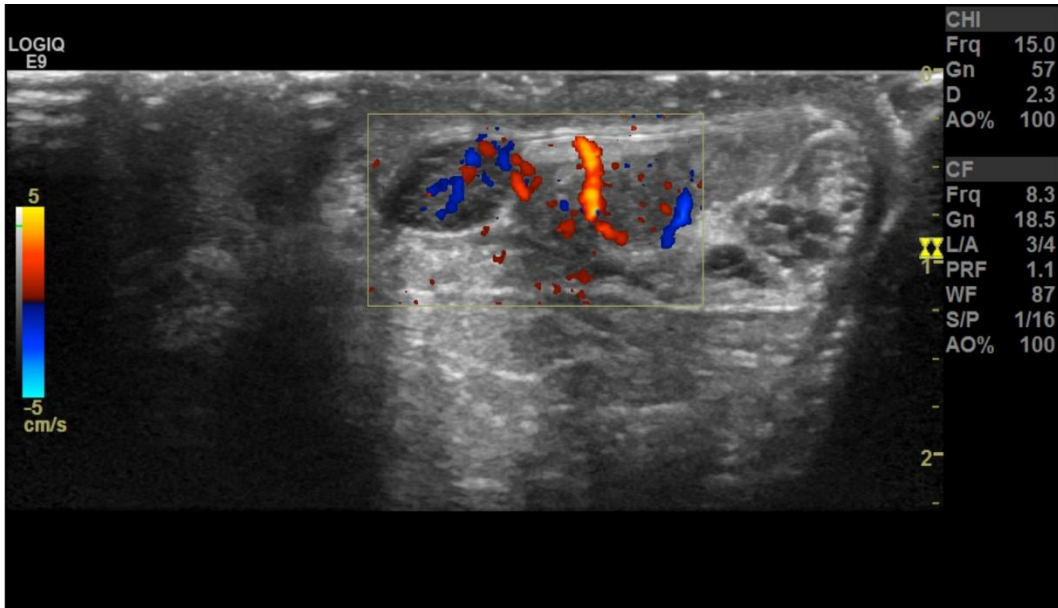
Olgu-2:

On iki yaşında erkek hasta, ani başlangıçlı sol skrotal ağrı şikayeti ile acil servise başvurdu. Hastanın öyküsünde travma veya sistemik enfeksiyon bulgusu bulunmamaktaydı. Fizik muayenede sol hemiskrotumda lokal hassasiyet mevcuttu. Testislerin pozisyonu ve boyutları normal olarak değerlendirildi.

Ayırıcı tanıda testis torsiyonu ve epididimit düşünülerek skrotal ultrasonografi incelemesi yapıldı. Ultrasonografide sol testisin üst polü yakınında skrotal kavite içerisinde yerleşimli, hipoekoik ve nodüler yapı şeklinde izlenen küçük bir lezyon saptandı (Resim2). Renkli Doppler ultrasonografide söz konusu lezyon içerisinde diğer olgudan farklı olarak kan akımı izlendi (Resim 3). Ayrıca çevre skrotal dokularda hafif reaktif değişiklikler mevcuttu. Bulgular **sol testiküler apendiks torsiyonu** ile uyumlu olarak kabul edildi.



Resim 2’de milimetrik çaplı kistik açıklıkları görece az izlenen hipoekoik nodüler yapı şeklinde görülen torsiyone testiküler apendiks izleniyor.



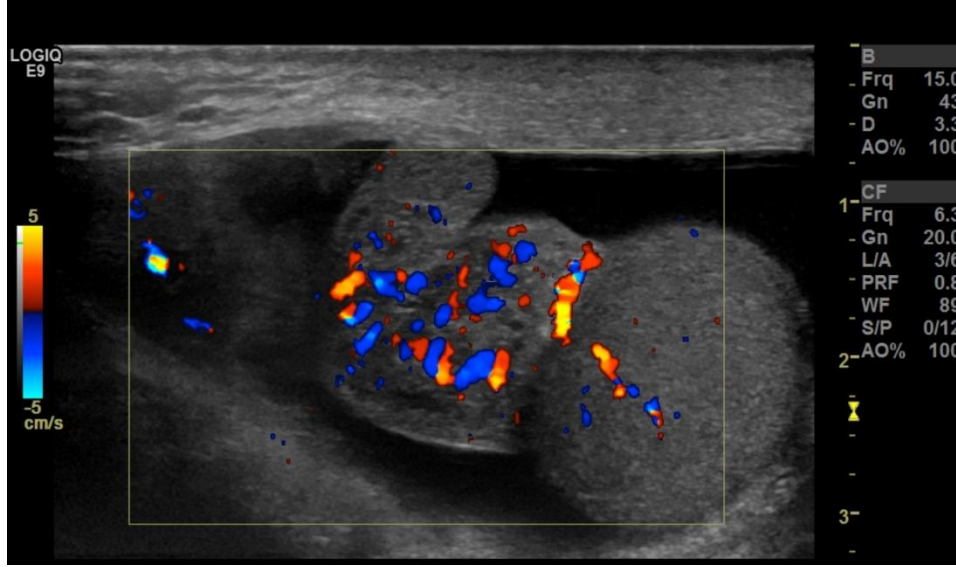
Resim 3’te torsiyone epididim apendiksi içinde vaskülarizasyon olduğu görülüyor.

Hastaya konservatif tedavi uygulanmasına karar verildi. Yatak istirahati, skrotal elevasyon, buz uygulaması ve analjezik tedavi önerildi. İzlem sürecinde hastanın ağrı yakınmasının yaklaşık bir hafta içerisinde tamamen gerilediği gözlemlendi. Kontrol ultrasonografide daha önce izlenen nodüler yapının kaybolduğu ve testis ile epididim yapılarının normal görünümde olduğu saptandı.

Olgu-3:

On dört yaşında erkek hasta, travma sonrası gelişen sağ skrotal ağrı nedeniyle çocuk cerrahisi kliniğine başvurmuş olup, **sağ epididimit** ön tanısı ile radyoloji bölümüne yönlendirildi. Fizik muayenede sağ hemiskrotumda hassasiyet ve hafif şişlik mevcuttu.

Yapılan skrotal ultrasonografi incelemesinde sağ epididimde boyut artışı ve parankimal heterojenite izlendi. Renkli Doppler incelemede epididim dokusunda artmış vaskülarite saptanarak **posttravmatik epididimit** ile uyumlu bulgular elde edildi (Resim 4). Bununla birlikte epididim başı komşuluğunda yerleşimli, hipoekoik nodüler yapı şeklinde izlenen küçük bir lezyon dikkat çekti (Resim 5). Renkli Doppler incelemede bu yapı içerisinde kan akımı izlenmedi. Görüntüleme bulguları **sağ epididimal apendiks torsiyonu** ile uyumlu olarak değerlendirildi.



Resim 4'te boyutları artmış, parankimi heterojen epididim içerisinde RDUS'de kanlanma artışı görülmüyor. Komşuluğunda izlenen torsiyone epididim apendiksine kanlanma yok denecek kadar az görülmüyor.



Resim 5'te milimetrik çaplı kistik açıklıkları mevcut hipoekoik nodüler yapı şeklinde izlenen torsiyone epididim apendiksine B-mod görüntüsü ve komşuluğunda epididimit bulguları izleniyor.

Hastada testiküler kan akımının korunmuş olması ve klinik durumunun stabil olması nedeniyle konservatif tedavi tercih edildi. Hastaya yatak istirahati, skrotal elevasyon, buz uygulaması ve nonsteroid antiinflatuar ilaç tedavisi verildi. İzlem sürecinde ağrı yakınmasının gerilediği gözlemlendi. Bir hafta sonra yapılan kontrol ultrasonografide epididimit bulgularında belirgin gerileme olduğu ve torsiyone apendiks ile uyumlu görünümün ortadan kalktığı saptandı.

Tartışma:

Akut skrotum, çocukluk çağında acil değerlendirme gerektiren klinik tabloların başında gelmekte olup ayırıcı tanıda testis torsiyonu, epididimit, orşit, travma ve testis uzantılarının torsiyonu gibi çeşitli patolojiler yer almaktadır. Testis torsiyonu fertilité kaybına yol açabilen ve acil cerrahi müdahale gerektiren bir durum olduğundan, akut skrotal ağrı ile başvuran olgularda hızlı ve doğru tanı büyük önem taşımaktadır. Buna karşın testis uzantılarının torsiyonu genellikle daha benign seyirli olup çoğu olguda konservatif tedavi ile gerilemektedir. Bu nedenle iki durumun doğru şekilde ayırt edilmesi klinik yönetimi doğrudan etkilemektedir (3).

Testiküler apendiks ve epididimal apendiks, embriyolojik olarak sırasıyla Müller ve Wolff kanallarının kalıntılarıdır. Bu yapılar pedinküllü ve hareketli olmaları nedeniyle torsiyona yatkın anatomik özellikler taşırlar. Testiküler apendiks torsiyonu, testis uzantıları torsiyonlarının en sık görülen formudur ve çocukluk çağında akut skrotal ağrının en yaygın nedenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (4). Literatürde en sık 7–12 yaş arası erkek çocuklarda görüldüğü bildirilmiştir (5). Bizim olgularımızda da hastaların yaşlarının bu aralıkta olması literatür verileri ile uyumludur.

Klinik olarak hastalar genellikle ani başlangıçlı lokalize skrotal ağrı ile başvurur. Fizik muayenede nadiren “blue dot sign” olarak bilinen ve torsiyone apendiksin skrotal cilt altında mavimsi görünümü ile karakterize bulgu izlenebilir. Bununla birlikte bu bulgunun her olguda görülmemesi nedeniyle görüntüleme yöntemleri tanıda önemli rol oynamaktadır (6). Bizim olgularımızda bu bulgu izlenmemiştir.

Akut skrotum değerlendirmesinde **yüksek frekanslı gri skala ultrasonografi ve renkli Doppler ultrasonografi** ilk basamak ve en değerli görüntüleme yöntemleri olarak kabul edilmektedir. Ultrasonografide torsiyone testiküler apendiks sıklıkla testis üst polü yakınında yerleşimli, çevresinde reaktif hidrosel veya skrotal duvar kalınlaşmasının eşlik edebildiği, büyümüş hipoekoik ya da heterojen nodüler yapı şeklinde izlenmektedir. Renkli Doppler incelemede ise torsiyone apendiks içerisinde vaskülarite izlenmemesi ve testis parankiminde normal kan akımının korunması tanı açısından önemli ipuçlarıdır (7). Ayrıca çevre dokularda reaktif hiperemi izlenmesi de sık bildirilen bulgular arasındadır.

Bizim olgularımızda da ultrasonografide skrotal kavite içerisinde testis üst polüne komşu yerleşimli, hipoekoik nodüler lezyon şeklinde izlenen ve torsiyon ile uyumlu görünüm sergileyen testiküler apendiks saptanmıştır. Renkli Doppler ultrasonografide testiküler kan akımının korunmuş olması testis torsiyonu olasılığını dışlamada önemli rol oynamıştır. Ayrıca üçüncü olguda travma sonrası gelişen epididimit bulgularına eşlik eden epididimal apendiks torsiyonu saptanması, travmanın nadir de olsa predispozan faktörlerden biri olabileceğini düşündürmektedir.

Tedavi açısından testis uzantılarının torsiyonu çoğunlukla konservatif olarak yönetilmektedir. Yatak istirahati, skrotal elevasyon, buz uygulaması ve nonsteroid antiinflamatuvar ilaçlar ile semptomların genellikle birkaç gün içinde gerilediği bildirilmektedir (8). Cerrahi tedavi yalnızca ağrının uzun süre devam ettiği veya tanıdan emin olunamadığı durumlarda gündeme gelmektedir. Bizim olgularımızda da konservatif tedavi tercih edilmiş ve yaklaşık bir hafta içerisinde klinik yakınmaların gerilediği gözlenmiştir. Kontrol ultrasonografide patolojik bulguların tamamen kaybolması literatür ile uyumludur.

Sonuç:

Sonuç olarak testis uzantılarının torsiyonu çocukluk çağında akut skrotal ağrının sık görülen ve çoğunlukla benign seyirli nedenlerinden biridir. Testis torsiyonu ile klinik olarak benzer bulgular gösterebilmesi nedeniyle doğru tanı için radyolojik değerlendirme kritik öneme sahiptir. Özellikle ultrasonografi ve Doppler inceleme, testiküler kan akımının değerlendirilmesi ve torsiyone apendiksin gösterilmesi açısından oldukça değerlidir. Radyologların bu patolojiye yönelik farkındalığının artması, doğru tanının konulmasını kolaylaştırarak gereksiz cerrahi girişimlerin önlenmesine katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar:

1. Kadish HA, Bolte RG. A retrospective review of pediatric patients with epididymitis, testicular torsion, and torsion of testicular appendages. *Pediatrics* 1998; 102:73-76.

2. Snyder H, Caldamore AA, Duckett J. Scrotal pain. In: Fleisher G, Ludwig, S, eds. *Textbook of pediatric emergency medicine*, 3rd ed. Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1993 : 382-387.
3. Lewis AG, Bukowski TP, Jarvis PD, Wacksman J, Sheldon CA. Evaluation of acute scrotum in the emergency department. *J Pediatr Surg*. 1995;30(2):277-281.
4. Ciftci AO, Senocak ME, Tanyel FC, Buyukpamukcu N. Clinical predictors for differential diagnosis of acute scrotum. *Eur J Pediatr Surg*. 2004;14(5):333-338.
5. Ringdahl E, Teague L. Testicular torsion. *Am Fam Physician*. 2006;74(10):1739-1743.
6. Yang DM, Kim HC, Jin W, Ryu CW, Kim GY. Sonographic findings of torsion of the appendix testis. *J Ultrasound Med*. 2010;29(5):721-726.
7. Dogra VS, Gottlieb RH, Oka M, Rubens DJ. Sonography of the scrotum. *Radiology*. 2003;227(1):18-36.
8. Favorito LA, Costa WS, Sampaio FJB. Torsion of the testicular appendages: clinical and anatomical considerations. *Int Braz J Urol*. 2003;29(5):464-467.

Presentation ID / Sunum No= 190

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-5363-6921

Diyabet Yönetiminde Yapay Zeka ve Makine Öğrenimi Uygulamaları: Kişiselleştirilmiş ve Proaktif Bir Yaklaşım Doğru

238

Assoc. Prof. Dr. Didem Dereli Akdeniz¹

¹İzmir Ekonomi Üniversitesi

Özet

Amaç: Diyabetes mellitus, sürekli izlem ve multidisipliner yönetim gerektiren kronik bir metabolik hastalıktır. Son yıllarda yapay zeka (YZ) ve makine öğrenimi (MÖ) teknolojilerindeki gelişmeler, diyabet yönetiminde veri odaklı ve kişiselleştirilmiş yaklaşımların geliştirilmesine olanak sağlamıştır. Bu çalışmanın amacı, YZ tabanlı sistemlerin diyabet yönetimindeki mevcut ve potansiyel kullanım alanlarını değerlendirmektir. Yöntem: Güncel literatür verileri temel alınarak YZ ve MÖ uygulamalarının diyabet yönetiminde kullanım alanları incelenmiştir. Özellikle sürekli glukoz ölçüm (CGM) verilerinin analizi, görüntü işleme yöntemleriyle komplikasyon taraması ve otomatik insülin dağıtım sistemleri kapsamında geliştirilen algoritmik modeller değerlendirilmiştir. Bulgular: Derin öğrenme algoritmalarının CGM verilerini analiz ederek hipoglisemi ve hiperglisemi ataklarını önceden tahmin edebildiği ve bu sayede glisemik kontrolün optimize edilmesine katkı sağladığı gösterilmiştir. Görüntü işleme tabanlı YZ sistemleri diyabetik retinopati gibi mikrovasküler komplikasyonların erken tanısında yüksek doğruluk oranlarına ulaşmıştır. Ayrıca kapalı döngü insülin pompa sistemlerinde kullanılan algoritmalar, bireysel glisemik yanıtları analiz ederek kişiselleştirilmiş insülin doz ayarlamasına olanak sağlamaktadır. Bunun yanında YZ destekli sanal asistanların hasta uyuncunu artırabileceği bildirilmiştir. Bununla birlikte veri güvenliği, algoritmik önyargılar ve klinik doğrulama süreçleri önemli etik ve metodolojik zorluklar olarak öne çıkmaktadır. Sonuç: Yapay zeka tabanlı sistemler diyabet yönetimini geleneksel reaktif yaklaşımdan proaktif ve kişiselleştirilmiş bir modele dönüştürme potansiyeline sahiptir. Bu teknolojiler hekimlere güçlü bir klinik karar destek mekanizması sunarken hasta takibini de daha dinamik ve veri odaklı hale getirmektedir. Gelecekte yapılacak geniş ölçekli klinik çalışmalar, YZ tabanlı sistemlerin diyabet bakımına entegrasyonunda kritik rol oynayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Diyabetes Mellitus, Yapay Zeka, Makine Öğrenimi, Sürekli Glukoz İzleme, Kişiselleştirilmiş Tıp

1. Giriş: diyabet yönetiminde dijital transformasyonun gerekliliği

1.1. Küresel pandemi ve klinik yönetim zorlukları

Diyabetes mellitus (DM), 21. Yüzyılın en büyük halk sağlık krizlerinden biri olarak kabul edilmektedir. Uluslararası Diyabet Federasyonu (IDF) verilerine göre, Dünya genelinde 537 milyondan fazla yetişkin diyabetle yaşamaktadır ve bu sayının 2045 yılına kadar 783 milyona ulaşacağı öngörülmektedir (1). Hastalığın kronik seyri, sadece glisemik kontrolün sağlanmasını değil, aynı

zamanda retinopati, nefropati ve nöropati gibi mikrovasküler; inme ve miyokard enfarktüsü gibi makrovasküler komplikasyonların önlenmesini gerektiren çok boyutlu bir yönetim sürecini zorunlu kılmaktadır (2). Geleneksel klinik yaklaşım, hastanın sağlık kuruluşuna yaptığı periyodik ziyaretler ve bu ziyaretler sırasında elde edilen statik parametreler üzerine kuruludur. Ancak bu model, diyabetin "saatlik" ve hatta "dakikalık" değişen dinamik doğasını karşılamakta yetersiz kalmaktadır.

1.2. Geleneksel izlem yöntemlerinin sınırları: "noktasal veri" sorunu

On yıllardır diyabet yönetiminin altın standardı olarak kabul edilen parmak delme yoluyla kendi kendine kan glukoz izlemi (SMBG) ve glikozillenmiş hemoglobin (hba1c) ölçümleri, günümüzün hassas tıp gereklilikleri karşısında ciddi kısıtlılıklara sahiptir. Hba1c, son 2-3 aylık glisemik seyrin ortalamasını sunsa da glisemik değişkenliği—yani kan şekerindeki tehlikeli dalgalanmaları—maskelemektedir (3). İki farklı hastanın hba1c değeri %7 olabilir; ancak bir hasta günü stabil bir aralıkta geçirirken, diğeri şiddetli hipoglisemi ve hiperglisemi atakları arasında gidip geliyor olabilir. SMBG ise sadece ölçümün yapıldığı ana dair bir "fotoğraf" çeker (4). Bu durum, özellikle yemek sonrası (postprandiyal) ani piklerin ve hastanın uykuda olduğu dönemlerdeki "sessiz hipoglisemilerin" gözden kaçmasına neden olur. Bu veri boşlukları, klinik kararların genellikle "reaktif" (olay gerçekleştikten sonra müdahale eden) bir düzlemde kalmasına yol açmaktadır (3).

1.3. Büyük veri ve bilişsel aşırı yük

Son on yılda sürekli glukoz izlem (CGM) sistemlerinin ve akıllı insülin pompalarının kliniğe entegrasyonu, diyabet yönetiminde bir paradigma değişimini tetiklemiştir. Bir CGM sensörü, doku içi glukozu her 1-5 dakikada bir ölçerek günde 288, yılda ise yaklaşık 105.000 veri noktası üretir (6). Buna insülin pompalarından gelen doz verileri, giyilebilir teknolojilerle takip edilen fiziksel aktivite, uyku paternleri ve karbonhidrat girişleri eklendiğinde, ortaya devasa bir veri ekosistemi çıkmaktadır. Modern bir diyabet hekimi, 15 dakikalık bir vizite süresinde bu verilerin içindeki non-lineer ilişkileri, trendleri ve anomalileri manuel olarak analiz etme zorluğuyla karşı karşıyadır. Bu durum, literatürde "bilişsel aşırı yük" olarak tanımlanan ve tıbbi hatalara veya veri yorgunluğuna yol açabilecek bir risk faktörüne dönüşmektedir.

1.4. Yapay zeka: reaktif bakımdan proaktif stratejiye geçiş

İşte bu noktada yapay zeka (YZ), diyabet yönetiminde sadece bir yardımcı araç değil, temel bir katalizör olarak devreye girmektedir. YZ ve onun alt dalı olan makine öğrenimi (mö), ham veriyi işleyerek "gürültüden sinyali ayırma" yeteneğine sahiptir. Sensör artefaktlarını temizleyebilir, hastanın bireysel glisemik yanıtlarını öğrenebilir ve en önemlisi, gelecekteki glukoz değerlerini tahmin ederek hekim ve hastaya bir "erken uyarı sistemi" sunabilir. Dijital transformasyon, diyabeti "hastanın yönettiği bir hastalıktan", "algoritmaların desteğiyle proaktif bir şekilde yönetilen bir sağlık sürecine" dönüştürmektedir. Bu bölümün amacı, YZ tabanlı bu teknolojilerin klinik geçerliliğini, metodolojik temellerini ve diyabet bakımının geleceğindeki stratejik rolünü kapsamlı bir şekilde incelemektir.

2. Gelenekselden kişiselleştirilmiş tıba geçiş: Paradigmada yeni bir soluk

2.1. "Tek beden herkese uyar" modelinin çöküşü

Tıbbın tarihsel gelişimi içerisinde diyabet tedavisi, uzun süre geniş popülasyon çalışmalarından elde edilen ortalama verilere dayalı statik kılavuzlar üzerinden yürütülmüştür. Bu geleneksel modelde, Tip 1 veya Tip 2 diyabet tanısı almış bireylere benzer karbonhidrat/insülin oranları, sabit bazal doz şemaları ve standart egzersiz önerileri sunulmaktaydı. Ancak klinik pratik, aynı dozda insülin alan veya aynı miktarda karbonhidrat tüketen iki hastanın postprandiyal glisemik yanıtlarının dramatik şekilde farklılık gösterebildiğini defalarca kanıtlamıştır. Geleneksel yaklaşım; bireyin sirkadiyen ritmini, mikrobiyota çeşitliliğini, genetik polimorfizmlerini ve günlük psikolojik stres faktörlerini denklemin dışında tuttuğu için, glisemik hedeflere ulaşmada sıklıkla yetersiz kalmaktadır. Yapay zeka, bu "ortalama hasta" yanılgısını yıkararak, her hastayı kendi özel verileriyle tanımlanan bir "n=1" vakası olarak ele alma imkanı tanımaktadır.

2.2. Reaktif müdahaleden proaktif öngörüye: zamanlama devrimi

Geleneksel diyabet yönetimi doğası gereği "reaktiftir". Hasta veya hekim, ancak bir glukometre ölçümü hedeflerin dışına çıktığında veya hasta hipoglisemi semptomlarını (titreme, terleme, konfüzyon)

hissettiğinde müdahale eder. Bu durum, fizyolojik dengenin çoktan bozulduğu ve metabolik hasarın başladığı "olay sonrası" bir müdahaledir. Kişiselleştirilmiş tıp paradigmasında YZ, bu süreci "proaktif" bir düzleme taşır. Algoritmalar, hastanın geçmiş veri paternlerini kullanarak glukozun 30-60 dakika sonraki seyrini tahmin eder. Bu, tıbbi müdahalenin henüz patoloji oluşmadan, önleyici bir yaklaşımla yapılmasını sağlar. Bu geçiş, diyabet yönetimini bir "kriz yönetimi" olmaktan çıkarıp, sürekli ve pürüzsüz bir "durum yönetimi" haline getirmektedir.

2.3. Dijital biyobelirteçler: HbA1c'nin ötesindeki metrikler

Kişiselleştirilmiş tıba geçişin en somut göstergelerinden biri, başarı kriterlerinin dijitalleşmesidir. HbA1c, bir popülasyon için risk tahmini sunsa da bireyin günlük yaşam kalitesini ve akut komplikasyon riskini yansıtmakta yayıftır. YZ tabanlı sistemler sayesinde hayatımıza giren "Hedef Aralığında Süre" (Time in Range- TIR), "Glikoz Değişkenliği" (Glycemic Variability) ve "Glisemi Risk İndeksi" (GRI) gibi metrikler, hastanın metabolik portresini çok daha yüksek çözünürlükle çizer. Örneğin, YZ destekli bir analiz, hastanın HbA1c'sinin neden düştüğünü; bunun gerçek bir iyileşme mi yoksa sık tekrarlayan hipoglisemilerin bir ortalaması mı olduğunu saniyeler içinde ayırt edebilir. Bu dijital biyobelirteçler, tedavinin kişiye özel olarak yenilenmesinde hekime "kanıt temelli" bir yol haritası sunar.

2.4. Multidisipliner ekibin evrimi ve algoritmik karar desteği

Bu paradigma değişimi, diyabet yönetiminde hekim-hasta ilişkisinin ve ekip yapısının yeniden tanımlanmasını zorunlu kılmaktadır. Multidisipliner ekip artık sadece biyolojik varlıklardan oluşmamaktadır; algoritmalar, ekibin "7/24 aktif" ve "hata payı minimize edilmiş" bir üyesi olarak masaya oturmaktadır. Bu süreçte hekimin rolü, rutin ve tekrarlayıcı veri analizlerinden, hastanın yaşam tarzına uygun stratejik kararlar alan bir "klinik orkestra şefi" konumuna evrilmektedir. Hastalar ise kendi verilerinin sahibi ve yöneticisi olarak tedavi sürecine daha aktif katılım sağlamaktadır. Sonuç olarak kişiselleştirilmiş tıp, teknolojiyi hastanın hayatına bir yük olarak eklemek yerine, hastalığı hastanın hayatının arka planına (background) iten görünmez bir destek mekanizması kurgulamaktadır.

3. Veri kaynakları ve makine öğrenimi mimarisi:

3.1. Çok boyutlu veri havuzu

Yapay zekanın diyabet yönetimindeki performansı, modelin beslendiği verinin derinliği ve çeşitliliği ile doğrudan korelasyon gösterir. Modern diyabet yönetimi artık sadece glukoz odaklı değildir. Makine öğrenimi mimarileri, dört ana katmandan gelen verileri sentezlemektedir:

Glisemik veri: CGM sistemlerinden gelen 1-5 dakikalık aralıklarla doku içi glukoz seviyeleri ve bu değerlerin eğimi.

Terapötik Veri: İnsülin pompalarından veya akıllı insülin kalemlerinden aktarılan bazal hızlar, bolus dozları ve aktif insülin (IOB) miktarları.

Davranışsal ve Fizyolojik Veri: Akıllı saatler ve giyilebilir sensörler aracılığıyla takip edilen uyku mimarisi, fiziksel aktivite yoğunluğu (MET değerleri), kalp hızı değişkenliği (HRV) ve deri sıcaklığı.

Bağlamsal Veri: Mobil uygulamalar üzerinden girilen öğün içerikleri (karbonhidrat, protein, yağ oranları), hastalık durumları, menstrüel siklus evreleri ve stres seviyeleri.

Bu heterojen veri havuzu, YZ sistemleri için "Dijital Fenotipleme" imkanı sağlar; yani bireyin metabolik davranışlarını bir parmak izi gibi tanımlar.

3.2. Veri ön işleme ve gürültü filtreleme

Ham veri, genellikle eksik girdiler, sensör artefaktları ve "gürültü" (noise) içerir. Makine öğrenimi mimarisinin ilk adımı, veriyi analize hazır hale getirmektir. Sensörlerin ilk takıldığı andaki "ısınma periyodu"ndaki sapmalar veya sinyal kopuklukları, gelişmiş interpolasyon teknikleri ve Kalman Filtreleri gibi algoritmalarla düzeltilir. Bu aşama, algoritmanın "yalancı alarmlar" üretmesini engelleyen ve sistemin güvenilirliğini artıran en kritik metodolojik süreçtir.

3.3. Özellik mühendisliği

Algoritmalar ham sayılar üzerinden değil, bu sayılardan türetilen "özellikler" üzerinden öğrenir. Özellik mühendisliği aşamasında, veriden klinik olarak anlamlı parametreler eksize edilir(6). Örneğin:

Glukozun yükseliş veya düşüş ivmesi.

Gece uykusu sırasındaki stabilite indeksi.

Yemek sonrası glisemik yanıtın süresi ve tepe noktası.

İnsülin duyarlılığının gün içindeki sirkadiyen değişimi.

Bu özellikler, modelin hastanın biyolojik ritmindeki doğrusal olmayan değişimleri kavramasını sağlar (3).

3.4. Makine öğrenimi algoritma mimari türleri

Diyabette kullanılan YZ mimarileri genel olarak üç kategoride incelenmektedir:

Denetimli öğrenme: "Etiketlenmiş" veriler üzerinden öğrenme sürecidir. Örneğin, binlerce CGM grafiği "hipoglisemi oldu" veya "olmadı" şeklinde etiketlenerek modele verilir. Regresyon analizleri ve Destek Vektör Makineleri (SVM), gelecek glukoz değerlerini tahmin etmek için bu yöntemi kullanır.

Denetimsiz öğrenme: Veri içindeki gizli paternleri keşfeder. Kümeleme algoritmaları, benzer glisemik patern gösteren hastaları gruplandırarak "kişiselleştirilmiş tedavi fenotipleri" oluşturulmasına yardımcı olur.

Derin Öğrenme: Zaman serisi verileri için tasarlanmış Uzun Kısa-Süreli Bellek (Long Short-Term Memory- LSTM) ağları, diyabet yönetimindeki en güçlü mimaridir. LSTM, geçmişteki verilerin (örneğin 4 saat önceki yoğun egzersizin) güncel glukoz üzerindeki gecikmiş etkisini "hatırlama" yeteneğine sahiptir. Bu mimari, insan beyninin aksine, binlerce değişken arasındaki ilişkiyi eş zamanlı olarak analiz edebilir(6).

3.5. Sürekli öğrenme döngüsü:

Diyabet dinamik bir hastalıktır; ergenlik, yaşlanma veya yaşam tarzı değişiklikleri hastanın metabolik yanıtlarını değiştirir. Modern YZ mimarileri "statik" değildir. Sisteme giren her yeni veri noktasıyla model kendini günceller. Bu sayede, başlangıçta genel bir popülasyon verisiyle eğitilen model, zamanla tamamen o hastaya özel, yüksek çözünürlüklü bir klinik karar mekanizmasına dönüşür.

4. Tahmin algoritmaları ve klinik erken uyarı sistemleri:

4.1. Zaman serisi analizi ve gelecek öngörüsü

Diyabet yönetiminde en büyük klinik zorluk, kan glukoz seviyelerinin lineer olmayan, kaotik dalgalanmalarıdır. Geleneksel yaklaşımlar sadece "mevcut duruma" odaklanırken, tahmin algoritmaları glukoz seyrini bir zaman serisi olarak analiz eder. Bu mimariler, glukozun sadece sayısal değerine değil, değişim hızına ve ivmesine odaklanır. Algoritmalar, "Eğer mevcut trend ve aktif insülin (IOB) miktarı bu şekilde devam ederse, 30 dakika sonra glukoz düzeyi hangi noktada olacak?" sorusuna yanıt arar. Bu öngörü yeteneği, diyabet yönetimini bir "yangın söndürme" sürecinden, "yangın çıkmadan önleme" stratejisine dönüştürür.

4.2. Hipoglisemi öngörüsü: "Altın standart" 30 dakika

Hipoglisemi, diyabet yönetimindeki en kritik bariyerdir ve hastalar üzerinde ciddi bir psikolojik yük (hipoglisemi korkusu) oluşturur. Yapay zeka tabanlı erken uyarı sistemleri, hipoglisemi atağı gerçekleşmeden yaklaşık 30 ila 60 dakika öncesinde uyarı verme kapasitesine sahiptir.

Hassasiyet: Modern algoritmalar, hipoglisemi ataklarını %90'ın üzerinde bir doğrulukla öngörebilmektedir.

Alarm Yorgunluğunun Önlenmesi: YZ, hastanın o andaki aktivite seviyesini ve geçmişteki benzer paternlerini bildiği için, gereksiz ve yanlış alarmları minimize eder. Bu, hastanın teknolojiye olan güvenini ve uyumunu artıran en önemli unsurdur.

Erken uyarı, hastaya sadece bir bildirim göndermekle kalmaz; aynı zamanda "Kaç gram hızlı etkili karbonhidrat alması gerektiği" veya "Egzersiz sonlandırması gerekip gerekmediği" konusunda somut aksiyon önerileri sunar.

4.3. Hiperglisemi ve diyabetik ketoasidoz (DKA) riski yönetimi

Tahmin algoritmaları sadece düşük şeker seviyeleri için değil, yükselen trendler için de kritik rol oynar. Özellikle öğün sonrası gelişen hızlı glukoz yükselişlerini önceden fark eden YZ sistemleri, hastayı veya otomatik pompayı uyararak "düzeltme bolusu" yapılmasını sağlar. Bu proaktif yaklaşım, glukozun hedef aralığının (70-180 mg/dL) üzerinde kalma süresini azaltarak, uzun vadede HbA1c hedeflerine ulaşılmasını kolaylaştırır. Ayrıca, yüksek glukoz ve düşük fiziksel aktivite gibi verileri birleştiren YZ modelleri, potansiyel bir DKA riskini öngörerek hastayı keton ölçümü yapması konusunda uyarabilir.

4.4. "Klinik güven aralıkları" ve karar verme süreci

Tahmin algoritmaları sunulurken kullanılan "hata payı" (Root Mean Square Error - RMSE) ve "gecikme süresi" gibi teknik metrikler, klinik pratikte hekim için bir güven endeksi oluşturur. YZ sistemleri, tahminlerini sadece tek bir rakam olarak değil, bir "olasılık koridoru" olarak sunar. Hekim, bu koridora bakarak tedavinin agresiflik düzeyini hastanın bireysel risk profiline göre kalibre edebilir. Örneğin, gece uykusunda hipoglisemi riski yüksek olan bir hasta için tahmin eşikleri daha yukarıya çekilerek güvenlik marjı artırılabilir(5).

4.5. Psikolojik ve sosyal etkiler: Bilişsel yükün hafifletilmesi:

Tahmin algoritmalarının en büyük klinik çıktılarından biri de "bilişsel yükün" azaltılmasıdır. *Tip 1 diyabetli bir birey günde ortalama 180'den fazla sağlık kararı vermek zorundadır.* YZ destekli erken uyarı sistemleri, bu kararların büyük bir kısmını "arka plan operasyonu" haline getirerek hastanın hastalığına değil, hayatına odaklanmasına imkan tanır. Hastanın "Acaba şekerim düşecek mi?" endişesiyle sürekli sensör kontrol etmesi yerine, sistemin risk durumunda onu uyaracağını bilmesi, genel yaşam kalitesi skorlarında dramatik bir iyileşme sağlar.

5. Otomatik insülin iletim sistemleri (HCL- Kapalı Döngü):

5.1. "Yapay Pankreas" konseptinin fizyolojik temelleri

Otomatik İnsülin İletim (AID) sistemleri, biyolojik pankreasın beta hücre fonksiyonunu taklit eden karmaşık teknolojik ekosistemlerdir. Bu sistemler; bir CGM sensörü, bir insülin pompası ve bu iki cihaz arasındaki iletişimi yöneten bir kontrol algoritmasından oluşur. "Kapalı Döngü" terimi, sistemin insan müdahalesine gerek duymadan bir veri girişine (glukoz seviyesi) dayanarak bir çıktı (insülin iletimi) üretmesi ve bu çıktının etkisini tekrar ölçerek süreci sürekli yenilemesi anlamına gelen "negatif geri bildirim" mekanizmasını ifade eder.

5.2. Hibrit kapalı döngü (HCL) teknolojisi ve algoritmik mantık

Günümüzde klinik kullanımda olan sistemler "Hibrit" Kapalı Döngü (HCL) olarak tanımlanmaktadır. Bu sistemler, bazal insülin hızlarını tamamen otonom bir şekilde yönetirken, öğün öncesi bolus dozları ve karbonhidrat sayımı için hala kullanıcı girişine ihtiyaç duymaktadır. Algoritmik mimari genellikle şu iki modelden biri üzerine kuruludur:

Model Öngörülü Kontrol (Model Predictive Control- MPC): Gelecekteki glukoz seviyelerini tahmin eder ve bu tahmine dayalı olarak insülin iletimini optimize eder. MPC, insülinin farmakokinetik etkisini (etki süresi ve zirve noktası) matematiksel bir model olarak içerir.

PID Kontrolör (Proportional-Integral-Derivative): Glukozun hedeften sapmasına (proportional), bu sapmanın ne kadar süredir devam ettiğine (integral) ve sapmanın değişim hızına (derivative) bakarak anlık düzeltmeler yapar.

5.3. Dinamik bazal yönetimi ve otomatik düzeltme bolusları

YZ tabanlı algoritmalar, hastanın o anki "insülin duyarlılığını" anlık olarak hesaplar. Bu duyarlılık; fiziksel aktivite, stres, hastalık veya sirkadiyen ritim gibi faktörlerle gün içinde dramatik değişiklikler gösterebilir.

Otomatik kesme: Tahmin algoritmaları glukozun 30 dakika içinde eşik değerin altına düşeceğini öngördüğünde insülin iletimini tamamen durdurur. Bu özellik, özellikle gece uykusunda hayat kurtarıcı bir güvenlik ağı sağlar.

Mikro-bolus modülasyonu: Sistem, hiperglisemiye gidişat saptadığında, bazal hızı artırmak yerine küçük "mikro-boluslar" göndererek hastayı daha hızlı bir şekilde hedef aralığa geri getirir.

5.4. Klinik çıktılar: Glikoz değişkenliği ve zamanın verimliliği

Literatürdeki geniş ölçekli klinik çalışmalar (örn. ADAPT, FLAIR çalışmaları), HCL sistemlerinin geleneksel pompa tedavisi veya çoklu doz enjeksiyon ile kıyaslandığında "Hedef Aralığında Süre"yi %10 ila %20 oranında artırdığını göstermektedir. Bu artış, özellikle HbA1c'de yaklaşık %0,5-1.0'lik bir düşüşe karşılık gelirken, aynı zamanda hipoglisemi süresini de anlamlı ölçüde azaltmaktadır. Daha da önemlisi, bu sonuçlar hastanın yaşam tarzında radikal bir kısıtlama yapmadan, sistemin otonom düzeltmeleri sayesinde elde edilmektedir.

5.5. Kullanıcı deneyimi ve bilişsel yükün azaltılması

Diyabet yönetimi, hastalar için sürekli bir matematiksel hesaplama ve karar verme sürecidir. HCL sistemleri, bu bilişsel yükün büyük bir kısmını algoritmanın üzerine yıklar. Hastanın "Acaba gece şekerim düşer mi?" veya "Yemeğin dozunu az mı yaptım?" endişeleri, sistemin dinamik müdahaleleriyle minimize edilir. Bu durum, sadece metabolik sonuçları değil, aynı zamanda "Diyabet Yorgunluğu" riskini de azaltarak psikososyal iyilik halini artırır.

6. Dijital fenotipleme ve sanal asistanlar: Günlük yaşamda görünmez klinik destek

6.1. Dijital fenotipleme: Davranışsal verinin metabolik kimliğe dönüşümü:

Geleneksel tıbbi yaklaşımda "fenotip", bir bireyin genetik yapısı ile çevresel faktörlerin etkileşimi sonucu ortaya çıkan, gözlemlenebilir fiziksel ve biyokimyasal özellikleridir. Ancak diyabet gibi kronik hastalıklarda, hastanın sadece klinik ortamdaki verileri (laboratuvar sonuçları gibi) buzdağının görünen kısmını temsil eder. "Dijital Fenotipleme" kavramı, bireyin akıllı telefonlar, giyilebilir sensörler ve nesnelerin interneti cihazlarıyla olan etkileşimlerinden elde edilen "pasif" veriler aracılığıyla, bireyin biyometrik, bilişsel ve davranışsal bir profilinin (dijital parmak izinin) oluşturulması sürecidir.

Yapay zeka, bu süreçte sadece glukoz değerlerini değil; hastanın fiziksel aktivite seviyelerini, uyku mimarisini (REM/derin uyku döngüleri), sosyal etkileşim sıklığını ve hatta akıllı cihaz ekranındaki yazma hızını (motor beceriler) analiz eder. Örneğin, YZ algoritmaları hastanın "stresli" veya "depresif" bir ruh halinde olduğunu, normalden sapan dijital etkileşim paternleri üzerinden saptayabilir. Bu durum, glisemik kontrolü doğrudan etkileyen "duygusal yeme" veya "insülin dozunun ihmal edilmesi" gibi davranışsal hataların henüz gerçekleşmeden öngörülmesini ve kişiselleştirilmiş bir müdahale planı oluşturulmasını sağlar.

6.2. Sanal asistanlar ve chatbotlar: 7/24 erişilebilir "eğitimci" desteği

Diyabet yönetimi, hastanın günün her saatinde, bazen dakikalar içinde kritik kararlar vermesini gerektirir. Ancak bir hekimin veya diyabet eğitimcisinin hastaya her an eşlik etmesi operasyonel olarak imkansızdır. Doğal Dil İşleme (NLP) tabanlı sanal asistanlar ve chatbotlar, bu boşluğu dolduran "dijital sağlık koçları" olarak devreye girmektedir.

Gerçek zamanlı karar desteği: Hastanın "Şu an restorandayım, menüdeki karbonhidratı nasıl hesaplamalıyım?" veya "Egzersiz sonrası gelişen bu trend okuna göre ne kadar ara öğün almalıyım?" gibi sorularına, kanıta dayalı ve hastanın kişisel glisemik geçmişine uygun, güvenli yanıtlar sunar.

Motivasyonel Görüşme ve Psikososyal Destek: Modern YZ asistanları, sadece teknik bilgi vermekle kalmaz; hastanın motivasyonunun azaldığı veya "diyabet yorgunluğu" yaşadığı anları duygu analizi

yoluyla fark edebilir. Bu anlarda, bilişsel davranışçı terapi (BDT) tekniklerine benzer destekleyici ve yönlendirici geri bildirimlerde bulunarak hastanın tedavi uyumunu sürdürmesini sağlar.

6.3. Bilgisayarlı görü ile beslenme analizinde hassas tıp:

Diyabet yönetimindeki en büyük hata kaynaklarından biri ve hastalar için en yorucu süreç "karbonhidrat sayımı"dır. Birçok hasta porsiyon boyutlarını ve gizli karbonhidratları tahmin etmekte zorlanır, bu da hatalı bolus dozlamalarına yol açar. Yapay zekanın "Bilgisayarlı Görü" yeteneği, bu alanı tamamen otomatize etmektedir.

Süreç, hastanın tüketeceği tabağın bir fotoğrafını çekmesiyle başlar. Derin öğrenme algoritmaları, görüntüdeki nesneleri tanıyarak besin bileşenlerini (protein, yağ, karbonhidrat ayrımı) tanımlar. Ardından, görüntüdeki referans objeler (örneğin bir çatal veya standart boyutlu bir tabak) aracılığıyla yemeğin hacimsel tahminini yapar. Son olarak, bu veriyi geniş besin veri tabanlarıyla eşleştirerek toplam karbonhidrat yükünü ve glisemik indeksi saniyeler içinde raporlar. Bu teknoloji, karbonhidrat sayımındaki manuel hataları minimize ederek, insülin dozlamasının "hassas dozlama" prensibiyle yapılmasını mümkün kılar.

6.4. Hasta Uyumunda Artış ve "Akıllı Dürtme"

Yapay zeka tabanlı sistemler, davranışsal iktisat teorisi olan "Dürtme" prensibini dijital sağlık hizmetlerine entegre eder. Statik ve tekrarlayıcı hatırlatıcıların aksine, YZ destekli uyarılar "bağlamsal"dır. Eğer sistem hastanın her sabah saat 08:30'da evden ayrıldığını hareket sensörlerinden biliyorsa, saat 08:20'de "İnsülin kalemimi yanına almayı unutma" veya "CGM sensörün 2 saat sonra sona erecek, yanına yedek aldın mı?" şeklinde zamanında ve anlamlı uyarılar gönderir. Bu veriye dayalı, kişiselleştirilmiş "dijital dokunuşlar", hastanın tedavi sürecini bir angarya olmaktan çıkarıp, günlük yaşamın doğal ve zahmetsiz bir parçası haline getirmektedir.

7. Klinik Karar Destek Sistemleri (CDSS) ve Hassas Tıp: Hekimin Yeni Süper Gücü

7.1. Klinik Karar Destek Sistemlerinin (CDSS) Tanımı ve Operasyonel Mantiği

Klinik Karar Destek Sistemleri (CDSS), hekimlere tanı ve tedavi süreçlerinde veriye dayalı, rasyonel ve kişiselleştirilmiş öneriler sunan dijital platformlardır. Diyabet yönetiminde CDSS, sadece bir veri görüntüleme aracı değil, aynı zamanda karmaşık glisemi paternlerini saniyeler içinde analiz eden bir "ikinci görüş" mekanizmasıdır. Geleneksel bir vizite sırasında bir endokrinologun, hastanın son üç aya ait 100.000'den fazla CGM veri noktasını, insülin dozlarını ve yaşam tarzı değişkenlerini manuel olarak korele etmesi fiziksel olarak imkansızdır. CDSS, bu devasa veri yığınına işleyerek hekimin önüne "eyleme dönüştürülebilir" özetler sunar.

7.2. Veri Özetleme ve "Akıllı" Risk Skorlaması

Modern CDSS yazılımları, ham veriyi klinik kararı hızlandıracak görselleştirme ve skorlama yöntemlerine dönüştürür.

Anomali Tespiti: Sistem, hastanın rutininden sapan "kümelenmiş hipoglisemileri" veya "şafak fenomenini" otomatik olarak saptar ve hekimin dikkatini bu noktalara çeker.

Tahminleyici Risk Skorları: Yapay zeka algoritmaları, hastanın mevcut profilini analiz ederek "Gelecek 6 ay içinde Diyabetik Ketoasidoz (DKA) veya şiddetli hipoglisemi riski" gibi prediktif skorlar üretir. Bu skorlar, hekimin hangi hastaya daha agresif veya daha korumacı bir tedavi planı uygulayacağını belirlemede kritik rol oynar (7)

Görsel Analitik: Standart CGM raporlarının ötesinde, günün hangi saatlerinde insülin duyarlılığının değiştiğine dair ısı haritaları sunarak, doz ayarlamalarının nokta atışı yapılmasını sağlar.

7.3. Hassas tıp "n=1" tedavi protokolü

Diyabet yönetiminde "tek bir standart tedavi kılavuzu" devri, yerini her bireyin benzersiz metabolik yanıtlarına göre şekillenen "hassas tıp" anlayışına bırakmaktadır. YZ tabanlı CDSS'ler, bu geçişin mimarıdır.

Multimodal veri entegrasyonu: CDSS, hastanın glukoz verilerini sadece klinik değerlerle değil; genetik yatkınlık, mikrobiyota kompozisyonu ve ilaç farmakokinetiği ile sentezler. Örneğin, bir hastada Metformin'in mi yoksa bir SGLT-2 inhibitörünün mü daha etkin olacağını, hastanın geçmiş veri setindeki benzer profil paternlerini tarayarak öngörebilir (8).

Dinamik tedavi revizyonu: Tedavi protokolleri artık viziteden viziteye değil, sistemden gelen anlık geri bildirimlerle sürekli güncellenen dinamik bir yapıya bürünür. Bu, hastanın sadece bir "diyabet tipi" değil, kendine has biyolojik ritmi olan bir "n=1" vakası olarak yönetilmesini sağlar.

7.4. İlaç yan etkileri ve güvenlik denetimi

Polifarmasi, özellikle tip 2 diyabetli ve komorbiditeleri olan yaşlı hastalarda ciddi bir risk faktörüdür. YZ destekli karar destek sistemleri, hekimin reçete ettiği ilaçların birbiriyle veya diyabet tedavisiyle olan etkileşimlerini anlık olarak denetler. Örneğin, hastaya başka bir branş tarafından başlanan bir steroid tedavisinin glisemik kontrolü nasıl bozacağını simüle ederek hekimi önceden uyarır ve bazal insülin dozunun geçici olarak artırılması yönünde öneride bulunur. Bu "dijital güvenlik ağı", medikal hataları minimize ederken hastanın güvenliğini en üst düzeye çıkarır.

7.5. Hekim-hasta ilişkisinde bilişsel devrim

CDSS'lerin en büyük etkisi, klinik vizitenin niteliğinde görülmektedir. Hekim, vizite süresinin büyük bir kısmını bilgisayar ekranında veri analizi yaparak geçirmek yerine, sistemin sunduğu özet raporlar sayesinde hastanın gözlerine bakarak "insan odaklı" bir görüşme gerçekleştirebilir. Bu teknolojiler hekimi ikame etmek için değil, onu "veri yükünden özgürleştirerek" gerçek uzmanlığına ve hasta empati sürecine odaklanmasını sağlamak için tasarlanmıştır. Bu anlamda CDSS, modern tıp pratiğinde hekimin "dijital süper gücü" olarak konumlanmaktadır.

8. Etik, Güvenlik ve Metodolojik Zorluklar: Madalyonun Öteki Yüzü

8.1. "Kara Kutu" Problemi ve Açıklanabilirlik

Yapay zeka sistemlerinin, özellikle derin öğrenme (modellerinin diyabet yönetimindeki en temel metodolojik sorunu, karar verme süreçlerinin şeffaf olmamasıdır. Bir algoritma, karmaşık veri setlerini analiz ederek bir hastanın insülin dozunu artırmayı önerebilir; ancak bu sonuca hangi değişkenlerin (uyku mu, stres mi, yoksa sensör gürültüsü mü?) etkisiyle vardığını hekime açıklayamayabilir. Tıbbi etikte "açıklanabilirdik", bir müdahalenin rasyonel temelini hem hekim hem de hasta tarafından anlaşılması zorunluluğunu ifade eder. Kararın gerekçesinin bilinmediği durumlarda, tıbbi bir hata gerçekleştiğinde sorumluluğun kime ait olduğu (yazılımcı, cihaz üreticisi veya hekim) sorunu, "hesap verebilirlik" krizine yol açmaktadır. Bu nedenle, güncel çalışmalar "Açıklanabilir Yapay Zeka" modelleri üzerinde yoğunlaşmaktadır.

8.2. Algoritmik Önyargı ve Sağlıkta Adalet

Yapay zeka algoritmaları, eğitildikleri veri setleri kadar "objektiftir". Eğer bir algoritma ağırlıklı olarak belirli bir etnik kökenden veya sosyoekonomik düzeyden gelen bireylerin verileriyle eğitilmişse, farklı biyolojik ve yaşam tarzı özelliklerine sahip azınlık gruplarda hatalı sonuçlar üretebilir. Bu durum, literatürde "algoritmik önyargı" olarak tanımlanmakta ve dijital sağlık çözümlerinin mevcut eşitsizlikleri derinleştirme riskini beraberinde getirmektedir. Diyabet teknolojilerine erişimi olan avantajlı gruplar ile bu teknolojilerden mahrum kalan dezavantajlı gruplar arasındaki sağlık uçurumu, YZ'nin etik düzlemde çözmesi gereken en büyük toplumsal sorunlardan biridir.

8.3. Veri gizliliği, mülkiyet ve siber güvenlik

Diyabet yönetimindeki dijital transformasyon, hastaların en mahrem fizyolojik verilerinin sürekli olarak bulut sistemlerine transfer edilmesi anlamına gelir. Bu veri akışı, ciddi siber güvenlik risklerini barındırmaktadır.

Veri sızıntıları: Milyonlarca hastanın glisemik ve biyometrik verilerinin toplandığı veri tabanları, siber saldırıların hedefi haline gelebilir.

Cihaz güvenliği: Kablosuz iletişim protokollerini (Bluetooth, NFC) kullanan insülin pompalarının "hacklenmesi" ve uzaktan hatalı doz gönderilmesi, teorik bir riskten somut bir güvenlik tehdidine dönüşmüştür.

Veri mülkiyeti: Hastanın ürettiği verinin kime ait olduğu hasta mı, cihazı üreten şirket mi, yoksa algoritmayı geliştiren yazılım firması mı? sorusu, ticari kaygılarla hasta hakları arasındaki etik sınırı bulanıklaştırmaktadır.

8.4. Algoritma orgunluğu ve "Güvenin Otomasyonu" :

Hekimlerin ve hastaların yapay zeka sistemlerine aşırı güvenmesi, "otomasyon önyargısı" olarak bilinen bir klinik riski tetikleyebilir. Sistemin her önerisini eleştirel bir süzgeçten geçirilmeden kabul etmek, algoritmanın hata yaptığı durumlarda (örn. sensörün yanlış ölçüm yapması) ciddi glisemik olaylara yol açabilir. Diğer yandan, sistemin çok sık ve bazen gereksiz "yalancı" uyarılar vermesi, kullanıcıda "alarm yorgunluğuna" neden olarak, gerçekten kritik olan uyarıların göz ardı edilmesine yol açabilir. Bu dengeyi kurmak, metodolojik açıdan en zorlayıcı alanlardan biridir.

8.5. Regülasyon ve mevzuat boşlukları

Geleneksel tıbbi cihaz regülasyonları (FDA, EMA gibi), "sabit" bir tasarımı olan ürünleri onaylamak üzere kurgulanmıştır. Oysa yapay zeka tabanlı yazılımlar "sürekli öğrenen" ve her yeni veriyle kendini güncelleyen dinamik yapılardır. Yazılımın versiyon 1.0 için aldığı onay, versiyon 1.2 için geçerli olmalı mıdır? Algoritmadaki her güncelleme yeni bir klinik çalışma gerektirmeli midir? Bu hukuki ve bürokratik boşluklar, inovasyonun hızı ile hasta güvenliği arasındaki dengenin korunmasını zorlaştırmaktadır. Gelecekte, "Tıbbi Cihaz Olarak Yazılım" çerçevelerinin, YZ'nin dinamik doğasına uygun şekilde yeniden yapılandırılması zorunludur(9).

9. Gelecek vizyonu ve sonuç:

9.1. Diyabetin "görünmezliği": Tam otonom sistemlere doğru

Yapay zekanın diyabet yönetimindeki nihai hedefi, hastalığı hastanın ve hekimin hayatında "görünmez" kılmaktır. Gelecek vizyonu, bugünkü "hibrit" sistemlerden, kullanıcının karbonhidrat girişi yapmasına gerek duymayan, yemeği ve egzersizi sensör verilerinden otomatik olarak algılayan "Tam Kapalı Döngü" sistemlerine evrilmektedir. Bu süreçte, sadece insülin değil, aynı zamanda glukagonun da denkleme dahil olduğu "Bi-hormonal" pompalar, glisemik stabiliteyi insan fizyolojisine en yakın düzeyde taklit ederek hipoglisemi riskini tamamen ortadan kaldırmayı hedeflemektedir.

9.2. Dijital ikizler:

Geleceğin diyabet yönetiminde YZ, her hasta için sanal bir "Dijital İkiz" oluşturma potansiyeline sahiptir. Dijital ikiz, hastanın genomik, metabolik ve davranışsal verilerinin bulut ortamındaki dinamik bir kopyasıdır. Hekimler, yeni bir ilacı veya doz şemasını hasta üzerinde denemeden önce, bu dijital ikiz üzerinde bilgisayar ortamında test ederek olası sonuçları ve yan etkileri önceden görebilecektir. Bu teknoloji, tedavi süreçlerindeki "deneme-yanılma" dönemini sonlandırarak, ilk seferde en doğru müdahalenin yapılmasını mümkün kılacaktır(10).

9.3. Giyilebilir teknolojilerin ötesi: implante edilebilir ve nanoteknolojik çözümler

Vizyoner bir bakışla, bugün kolda taşınan sensörlerin yerini gelecekte vücut içine implante edilen, yıllarca çalışabilen ve kan glukozu dışında laktat, keton ve insülin seviyelerini eş zamanlı ölçen "multi-sensörler" alacaktır. Nanoteknolojik ilaç dağıtım sistemleri, YZ'den gelen sinyalle hücre düzeyinde insülin salınımı yaparak, diyabet yönetimini mekanik bir süreçten biyokimyasal bir entegrasyona taşıyacaktır.

9.4. Sonuç: Teknolojik determinizm mi, insani dokunuş mu?

Yapay zeka ve makine öğrenimi, diyabet yönetimini reaktif bir "hastalık takibi" olmaktan çıkarıp, proaktif ve kişiselleştirilmiş bir "sağlık optimizasyonu" modeline dönüştürmüştür. Ancak tüm bu teknolojik devrim, hekimin yerini almak için değil, hekimi veri yükünden özgürleştirerek ona gerçek uzmanlığını sergileyebileceği alanı açmak için tasarlanmıştır.

YZ sistemleri ne kadar "akıllı" olursa olsun, tıbbın temel taşı olan empati, etik muhakeme ve karmaşık insani durumları anlama yetisi hala hekimin en güçlü aracıdır. Gelecekte başarılı bir diyabet yönetimi; en gelişmiş algoritmaların, hekimin klinik tecrübesi ve hastanın bireysel tercihleriyle etik bir düzlemde sentezlenmesiyle mümkün olacaktır. Sonuç olarak dijital transformasyon, diyabeti bir engel olmaktan çıkarıp, yönetilebilir ve "yaşam kalitesini gölgelemeyen" bir durum haline getirme vaadini gerçeğe dönüştürmektedir.

Kaynakça

1. American Diabetes Association Professional Practice Committee. 7. Diabetes technology: Standards of care in diabetes—2024. *Diabetes Care*. 2024;47(Suppl 1):S126-S144.
2. Klonoff DC, Wang J, Rodbard D, et al. A vision for the use of artificial intelligence in diabetes care for the next twenty years. *J Diabetes Sci Technol*. 2022;16(5):1041-1049.
3. Battelino T, Danne T, Bergenstal RM, et al. Clinical targets for continuous glucose monitoring data interpretation: recommendations from the international consensus on time in range. *Diabetes Care*. 2019;42(8):1593-1603.
4. Bergenstal RM, Nimri R, Beck RW, et al. A comparison of two hybrid closed-loop systems in adults with type 1 diabetes (ADAPT): a multicentre, open-label, randomised controlled trial. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2022;10(12):825-836.
5. Brown SA, Kovatchev BP, Raghinaru D, et al. Six-month randomized, multicenter trial of closed-loop control in type 1 diabetes. *N Engl J Med*. 2019;381(18):1707-1717.
6. Carlson AL, Sherr JL, Stephens JW, et al. Outcomes of a fourth-generation hybrid closed-loop system in people with type 1 diabetes: a multicenter real-world study. *Diabetes Technol Ther*. 2023;25(7):450-458.
7. Griffin TP, Islam MN, Wall D, et al. The use of digital phenotyping in diabetes: a systematic review of the literature. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2025;54(1):89-105.
8. Dankwa-Mullan I, Rhee K, Williams K, et al. Promoting health equity in diabetes care through artificial intelligence and machine learning. *Health Affairs*. 2023;42(10):1350-1358.
9. Onasanya A, El-Haik J, Williams C. Ethical considerations for artificial intelligence in diabetes management: a scoping review. *J Med Internet Res*. 2024;26:e51234.
10. Heo MS, Park J, Kim JH. Precision medicine in diabetes: the role of artificial intelligence and digital twins. *Diabetes Metab J*. 2026;50(1):12-25.

Presentation ID / Sunum No= 201

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: MMB: 0000-0002-8906-5075, GV: 0000-0001-6787-6144

İdiyopatik Pulmoner Arteriyel Hipertansiyon ile Konjenital Kalp Hastalığına Sekonder Pulmoner Arteriyel Hipertansiyonlu Pediatrik Hastaların Klinik Özelliklerinin Karşılaştırılması

248

Exp. Dr. Gamze Vuran¹, Exp. Dr. Mustafa Mertkan Bilen¹¹İzmir Dr.Behçet Uz Çocuk Hastalıkları ve Cerrahisi EAH

Özet

Giriş ve Amaç Pediatrik pulmoner arteriyel hipertansiyon (PAH), farklı etiyolojik mekanizmalarla gelişebilen ve klinik seyri değişken olan ciddi bir hastalıktır. Çocukluk çağında PAH'ın en sık nedenlerinden biri konjenital kalp hastalıklarına (KKH) sekonder pulmoner vasküler hastalıktır, bazı hastalarda ise belirgin neden olmaksızın idiyopatik pulmoner arteriyel hipertansiyon (IPAH) görülür. Bu iki grup arasında patofizyolojik farklılıklar bulunmakta ve bunun klinik tabloya yansımaları beklenmektedir. Ancak pediatrik hastalarda bu iki etiyolojik alt grubun klinik özelliklerini karşılaştıran çalışmalar sınırlıdır. Bu çalışmanın amacı, pediatrik PAH hastalarında IPAH ile KKH'ye sekonder PAH (KKH-PAH) gruplarının klinik, fonksiyonel ve hemodinamik özelliklerini karşılaştırmaktır. Yöntem Pulmoner hipertansiyon tanısıyla izlenen 12 yaş ve üzeri 21 pediatrik hasta çalışmaya dahil edildi. Hastalar IPAH (n=6) ve KKH-PAH (n=15) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Değerlendirilen parametreler yaş, N-terminal pro-B tipi natriüretik peptid (NT-proBNP), altı dakika yürüme testi (6DYT) mesafesi, Dünya Sağlık Örgütü fonksiyonel sınıfı (WHO-FS) ve transtorasik ekokardiyografi ile ölçülen sistolik pulmoner arter basıncı (sPAP) idi. Bulgular Toplam 21 hastanın 6'sı (%28,5) IPAH, 15'i (%71,5) KKH-PAH idi. IPAH grubunda yaş daha küçük olsa da fark anlamlı değildi (13 vs 16 yıl, p=0,0569). NT-proBNP düzeyleri IPAH grubunda anlamlı olarak daha yüksekti (2059,5 [1551,8–4104,0] pg/mL vs 430 [102,0–1027,0] pg/mL, p=0,0184). 6DYT mesafesi IPAH grubunda daha düşüktü (352,5 [325,0–406,3] m vs 450 [430,0–480,0] m, p=0,0206). sPAP IPAH hastalarında daha yüksekti (86,5 [74,3–93,5] mmHg vs 65 [45,5–69,0] mmHg, p=0,0080). WHO fonksiyonel sınıf dağılımı açısından anlamlı fark saptanmadı. Sonuç Pediatrik PAH hastalarında etiyoloji klinik şiddeti etkileyebilir. IPAH hastaları, KKH-PAH hastalarına göre daha yüksek NT-proBNP düzeyleri, daha düşük egzersiz kapasitesi ve daha yüksek pulmoner arter basınçları ile daha ağır klinik ve hemodinamik özellikler göstermektedir. WHO fonksiyonel sınıf dağılımı benzer olsa da diğer parametreler IPAH grubunda hastalık yükünün daha fazla olduğunu düşündürmektedir. Bu bulgular IPAH hastalarında daha yakın izlem ve erken yoğun tedavi gereksinimine işaret edebilir.

Anahtar Kelimeler: Pediatrik, Pulmoner Hipertansiyon, Konjenital Kalp Hastalığı

Amaç

Pediatrik pulmoner arteriyel hipertansiyon (PAH), farklı etiyolojik mekanizmalara bağlı olarak gelişebilen ve klinik seyri değişkenlik gösterebilen ciddi bir hastalıktır. Çocukluk çağında PAH'ın en sık nedenlerinden biri konjenital kalp hastalıklarına (KKH) sekonder gelişen pulmoner vasküler hastalık

iken, önemli bir hasta grubunda altta yatan belirgin bir neden olmaksızın idiyopatik pulmoner arteriyel hipertansiyon (IPAH) görülmektedir.

IPAH ve KKH'ye sekonder PAH arasında patofizyolojik süreçler farklılık göstermekte olup, bu farklılıkların klinik tabloya ve hastalığın başlangıç şiddetine yansımaları beklenmektedir. Ancak pediatrik yaş grubunda bu iki etiyolojik alt grubun klinik özelliklerini doğrudan karşılaştıran veri sayısı sınırlıdır.

Bu çalışmanın amacı, pediatrik PAH hastalarında IPAH ile konjenital kalp hastalığına sekonder PAH (KKH-PAH) gruplarının klinik, fonksiyonel ve hemodinamik özelliklerini karşılaştırmaktır.

Bulgular

Çalışmaya dahil edilen 21 hastanın 6'sı (%28,5) IPAH, 15'i (%71,5) konjenital kalp hastalığına sekonder PAH tanısına sahipti.

Demografik Özellikler

IPAH grubundaki hastalar daha küçük yaşta olma eğiliminde olmakla birlikte yaş dağılımı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı.

- IPAH medyan yaş: 13 yıl
- KKH-PAH medyan yaş: 16 yıl

p = 0,0569

Biyokimyasal Kardiyak Yük (NT-proBNP)

IPAH grubunda NT-proBNP düzeyleri anlamlı derecede daha yüksekti.

- IPAH medyan: 2059,5 pg/mL
- KKH-PAH medyan: 430 pg/mL

p = 0,0184

Bu bulgu, IPAH hastalarında sağ ventrikül üzerindeki basınç yükünün ve miyokardiyal stresin daha belirgin olduğunu göstermektedir.

Fonksiyonel Kapasite (6 Dakika Yürüme Testi)

Egzersiz kapasitesinin objektif göstergesi olan altı dakika yürüme testi mesafesi IPAH grubunda anlamlı derecede daha düşüktü.

- IPAH medyan: 352,5 metre
- KKH-PAH medyan: 450 metre

p = 0,0206

Bu sonuç, IPAH hastalarının günlük fiziksel aktivitelerde daha fazla kısıtlılık yaşadığını göstermektedir.

Hemodinamik Yük (sPAP)

Transtorastik ekokardiyografi ile ölçülen sistolik pulmoner arter basıncı IPAH grubunda anlamlı derecede daha yüksekti.

- IPAH medyan: 86,5 mmHg
- KKH-PAH medyan: 65 mmHg

p = 0,0080

Bu bulgu, IPAH grubunda pulmoner vasküler direncin ve hastalığın hemodinamik şiddetinin daha ileri düzeyde olduğunu düşündürmektedir.

WHO Fonksiyonel Sınıf

Her iki grupta da hastaların büyük çoğunluğu WHO fonksiyonel sınıf III düzeyindeydi. WHO fonksiyonel sınıf dağılımı açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p >

0,05). Ancak objektif parametrelerdeki farklar, IPAHA grubunun klinik olarak daha ağır bir tabloya sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Tartışma

Bu çalışma, pediatrik pulmoner arteriyel hipertansiyon hastalarında etiyolojinin klinik tablo üzerindeki belirleyici etkisini açık şekilde ortaya koymaktadır. Bulgular, IPAHA hastalarının konjenital kalp hastalığına sekonder PAHA hastalarına kıyasla daha ağır bir biyokimyasal, fonksiyonel ve hemodinamik profile sahip olduğunu göstermiştir.

IPAHA grubunda NT-proBNP düzeylerinin anlamlı derecede yüksek olması, sağ ventrikül duvar stresinin ve kardiyak yüklenmenin daha ileri düzeyde olduğunu düşündürmektedir. IPAHA'ta pulmoner vasküler yatakta gelişen primer patoloji, vasküler daralma ve progresif remodelling ile karakterizedir. Bu durum sağ ventrikül üzerine ani ve belirgin bir basınç yükü bindirerek biyokimyasal stres belirteçlerinin daha yüksek saptanmasına yol açabilir. Buna karşılık KKH-PAHA hastalarında pulmoner vasküler hastalık çoğu zaman uzun süreli hacim ve basınç yüklenmesine sekonder gelişmekte, bu süreçte sağ ventrikül kısmen adaptasyon gösterebilmektedir.

Fonksiyonel kapasite açısından değerlendirildiğinde IPAHA grubunda 6 dakika yürüme mesafesinin belirgin şekilde düşük bulunması, bu hastalarda egzersiz toleransının daha sınırlı olduğunu göstermektedir. IPAHA'ta pulmoner vasküler rezervin daha erken tükenmesi ve egzersiz sırasında kardiyak debinin yeterince artırılamaması, bu fonksiyonel kısıtlılığın temel mekanizması olabilir. KKH-PAHA hastalarında ise bazı olgularda cerrahi düzeltme sonrası pulmoner hemodinami kısmen dengelenebilmekte ve fonksiyonel kapasite görece daha iyi korunabilmektedir.

Hemodinamik açıdan bakıldığında sPAP değerlerinin IPAHA grubunda anlamlı derecede daha yüksek olması, bu hastalarda pulmoner vasküler direncin daha ileri düzeyde arttığını göstermektedir. Bu durum IPAHA'nın doğrudan pulmoner arteriyel yatağı tutan bir hastalık olması ile uyumludur. KKH-PAHA hastalarında ise pulmoner hipertansiyon gelişimi çoğunlukla uzun süreli şant akımı ve artmış pulmoner kan akımına bağlıdır; bu hastalarda pulmoner vasküler değişiklikler bazı olgularda daha yavaş ilerleyebilir.

WHO fonksiyonel sınıf dağılımında anlamlı fark saptanmamış olması, fonksiyonel sınıflamanın görece kaba bir klinik ölçüt olması ile ilişkili olabilir. Buna karşın NT-proBNP, 6DYT ve sPAP gibi objektif parametrelerin IPAHA grubunda belirgin derecede kötü olması, fonksiyonel sınıfın tek başına hastalık şiddetini yansıtmakta yetersiz kalabileceğini düşündürmektedir.

Sonuç olarak bu çalışma, pediatrik PAHA'ta etiyolojinin klinik profil üzerinde belirleyici olduğunu göstermektedir. IPAHA hastaları, konjenital kalp hastalığına sekonder PAHA hastalarına kıyasla daha ağır bir başlangıç klinik tablo sergilemekte olup, bu durum daha yakın izlem ve daha erken dönemde agresif tedavi yaklaşımlarının gerekliliğini desteklemektedir.

IPAHA ve KKH-PAHA Hastalarının Klinik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Parametre	IPAHA (n=6)	KKH-PAHA (n=15)	p değeri
Yaş (yıl)	13 (13 – 15,25)	16 (15 – 17)	0,0569
NT-proBNP (pg/mL)	2059,5 (1551,8 – 4104,0)	430 (102,0 – 1027,0)	0,0184
6 Dakika Yürüme Mesafesi (m)	352,5 (325,0 – 406,3)	450 (430,0 – 480,0)	0,0206
sPAP (mmHg)	86,5 (74,3 – 93,5)	65 (45,5 – 69,0)	0,0080

IPAHA: İdiyopatik pulmoner arteriyel hipertansiyon; KKH-PAHA: Konjenital kalp hastalığına sekonder pulmoner arteriyel hipertansiyon; sPAP: Sistolik pulmoner arter basıncı; IQR: Çeyrekler arası aralık.

REFERENCES

1. Seferian A, Simonneau G. Therapies for pulmonary arterial hypertension: where are we today, where do we go tomorrow? *Eur Respir Rev.* 2013 Sep 1;22(129):217-26. doi: 10.1183/09059180.00001713. PMID: 23997048; PMCID: PMC9487345.
2. Khadka A, Singh Brashier DB, Tejus A et al. Macitentan: An important addition to the treatment of pulmonary arterial hypertension. *J Pharmacol Pharmacother.* 2015 Jan-Mar;6(1):53-7. doi: 10.4103/0976-500X.149151. PMID: 25709357; PMCID: PMC4319253.
3. Wu Y, O'Callaghan DS, Humbert M. An update on medical therapy for pulmonary arterial hypertension. *Curr Hypertens Rep.* 2013 Dec;15(6):614-22. doi: 10.1007/s11906-013-0394-8. PMID: 24122306.
4. Sidharta PN, van Giersbergen PL, Halabi A et al. Macitentan: entry-into-humans study with a new endothelin receptor antagonist. *Eur J Clin Pharmacol.* 2011 Oct;67(10):977-84. doi: 10.1007/s00228-011-1043-2. Epub 2011 May 4. PMID: 21541781; PMCID: PMC3169777.
5. Channick RN, Simonneau G, Sitbon O et al. Effects of the dual endothelin-receptor antagonist bosentan in patients with pulmonary hypertension: a randomised placebo-controlled study. *Lancet.* 2001 Oct 6;358(9288):1119-23. doi: 10.1016/S0140-6736(01)06250-X. PMID: 11597664.
6. Humbert M, Kovacs G, Hoeper MM et al. ESC/ERS Scientific Document Group. 2022 ESC/ERS Guidelines for the diagnosis and treatment of pulmonary hypertension. *Eur Heart J.* 2022 Oct 11;43(38):3618-3731. doi: 10.1093/eurheartj/ehac237. Erratum in: *Eur Heart J.* 2023 Apr 17;44(15):1312. doi: 10.1093/eurheartj/ehad005. PMID: 36017548.
7. Jansa P, Pulido T. Macitentan in Pulmonary Arterial Hypertension: A Focus on Combination Therapy in the SERAPHIN Trial. *Am J Cardiovasc Drugs.* 2018 Feb;18(1):1-11. doi: 10.1007/s40256-017-0260-1. PMID: 29280064; PMCID: PMC5772137.

Presentation ID / Sunum No= 165

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0009-0009-3475-0663

Kadın Yaşamının Evreleri ve Etik Boyutu

Ma. St. Kübra Yüksel¹, Asst.Prof.Dr. Meltem Akbaş¹

¹Çukurova Üniversitesi

252

Özet

Kadın yaşamı, doğumdan ölüme kadar devam eden ve biyolojik, psikolojik, sosyal ve kültürel boyutları kapsayan çok yönlü bir süreçtir. Bu süreç çocukluk, adölesan dönem (puberte), üreme çağı ve menopoz gibi farklı yaşam evrelerinden oluşmakta, her evre kadının sağlık gereksinimleri, riskleri ve bakım ihtiyaçları açısından kendine özgü özellikler taşımaktadır. Kadın yaşamının bu evrelerinde sunulan sağlık hizmetleri yalnızca klinik uygulamalarla sınırlı kalmayıp, aynı zamanda etik ilkeler çerçevesinde ele alınmalıdır. Özellikle otonomi, bilgilendirilmiş onam, mahremiyet, zarar vermeme ve adalet ilkeleri kadın sağlığı bakımında temel etik unsurlar olarak öne çıkmaktadır. Ebelik, kadın yaşamının tüm evrelerinde kadın merkezli, bütüncül ve etik temelli bakım sunan temel sağlık disiplinlerinden biridir. Ebelik yaklaşımı, kadının karar verme sürecine aktif katılımını desteklemeyi, bireysel farklılıklara saygı göstermeyi ve yaşam evrelerine özgü gereksinimlere duyarlı bakım sunmayı amaçlamaktadır. Bu çalışmada, kadın yaşamının evreleri etik boyutlarıyla ele alınmış ve her bir evrede ebelik yaklaşımının rolü değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, etik ilkelere dayalı ebelik bakımının kadın sağlığının korunması ve geliştirilmesinde önemli bir katkı sağladığı görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kadın Yaşam Evreleri, Etik, Ebelik, Kadın Sağlığı

Stages of Women's Lives and Their Ethical Dimensions

Abstract

Women's life is a multidimensional process that continues from birth to death and includes biological, psychological, social, and cultural dimensions. This process consists of different life stages such as childhood, adolescence (puberty), reproductive age, and menopause, each of which has unique health needs, risks, and care requirements. Health services provided throughout these stages should not be limited to clinical practices alone but should also be addressed within an ethical framework. In this context, ethical principles such as autonomy, informed consent, privacy, non-maleficence, and justice play a fundamental role in women's health care. Midwifery is one of the core health disciplines that provides woman-centered, holistic, and ethically grounded care throughout all stages of a woman's life. The midwifery approach aims to support women's active participation in decision-making processes, respect individual differences, and offer care sensitive to stage-specific needs. This review examines the stages of women's life from an ethical perspective and evaluates the role of midwifery in each stage. In

conclusion, ethically based midwifery care contributes significantly to the protection and promotion of women's health.

Keywords: Women's Life Stages, Ethics, Midwifery, Women's Health

Giriş

Kadın yaşamı, biyolojik, psikolojik ve sosyokültürel değişimlerin iç içe geçtiği, doğumdan ölüme kadar devam eden dinamik bir süreçtir. Bu süreç; çocukluk, adölesan dönem (puberte), üreme çağı ve menopoz gibi farklı yaşam evrelerinden oluşmakta olup her evre, kadının sağlık gereksinimleri, riskleri ve bakım ihtiyaçları açısından özgün özellikler taşımaktadır. Kadın yaşamının bu evrelerinde meydana gelen fizyolojik değişimler yalnızca biyolojik bir olgu olmayıp, aynı zamanda bireysel haklar, mahremiyet, otonomi ve adalet gibi etik ilkelerle de yakından ilişkilidir.

Kadın yaşam evrelerinin her birinde sunulan sağlık hizmetlerinin etik ilkelere uygun olması; kadının karar verme sürecine aktif katılımının sağlanması, bilgilendirilmiş onamın gözetilmesi ve insan onuruna saygılı bir bakım anlayışının benimsenmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle üreme sağlığı, gebelik, doğum ve menopoz gibi hassas dönemlerde etik ikilemler daha belirgin hale gelmekte; sağlık profesyonellerinin sorumlulukları artmaktadır.

Bu bağlamda ebelik, kadın yaşamının tüm evrelerinde kadın merkezli, bütüncül ve etik temelli bir bakım sunma sorumluluğunu üstlenen temel meslek gruplarından biridir. Ebelik yaklaşımı; kadını yalnızca biyolojik bir varlık olarak değil, psikososyal ve kültürel boyutlarıyla ele alarak, yaşam evrelerine özgü gereksinimlere duyarlı bir bakım sunmayı amaçlamaktadır. Etik ilkeler doğrultusunda yürütülen ebelik uygulamaları, kadın sağlığının korunması ve geliştirilmesinde önemli bir rol oynamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, kadın yaşamının evrelerini çocukluk, adölesan dönem, üreme çağı ve menopoz dönemleri kapsamında ele alarak; her bir evreyi etik boyutlarıyla değerlendirmek ve bu evrelerde ebelik yaklaşımının rolünü ortaya koymaktır. Ayrıca, kadın yaşam evrelerinde karşılaşılan etik sorunların ve bu sorunlara yönelik ebelik bakımında benimsenmesi gereken temel ilkelerin tartışılması hedeflenmektedir.

1. Kadın Yaşamının Evreleri

1.1. Çocukluk Dönemi

Çocukluk dönemi, doğumdan puberte başlangıcına kadar uzanan ve bireyin yaşam boyu sağlık ve iyilik halinin temellerinin atıldığı kritik bir evredir. Yaşam döngüsü (life course) yaklaşımına göre kız çocukluğunda yaşanan biyolojik, çevresel ve psikososyal deneyimler, yalnızca çocukluk dönemini değil, ergenlik, üreme çağı ve yetişkinlik dönemindeki kadın sağlığını da doğrudan etkilemektedir (1).

Kız çocukluk döneminde büyüme ve gelişim; yeterli ve dengeli beslenme, bağışıklama hizmetlerine erişim, güvenli çevre koşulları ve nitelikli sağlık hizmetleriyle yakından ilişkilidir. UNICEF'e göre erken çocukluk döneminde sağlanan beslenme, sağlık ve koruyucu hizmetler; kız çocuklarının fiziksel büyümesini, bilişsel gelişimini ve ilerleyen yaşam evrelerinde sağlıklı puberte sürecine geçişini desteklemektedir (2).

Çocukluk döneminde karşılaşılan yetersiz beslenme, kronik stres, yoksulluk ve sağlık hizmetlerine sınırlı erişim gibi riskler, kız çocuklarında büyüme geriliği, erken veya gecikmiş puberte ve uzun vadede üreme sağlığı sorunlarıyla ilişkilendirilmektedir. **The State of the World's Children 2021** raporu, erken yaşam dönemlerinde yaşanan bu olumsuzlukların kız çocuklarının fiziksel ve ruhsal sağlıklarını kalıcı biçimde etkileyebileceğini vurgulamaktadır (3).

Psikososyal açıdan çocukluk dönemi; kız çocuklarının beden algısının, benlik saygısının ve toplumsal cinsiyet rollerine ilişkin farkındalığının şekillendiği önemli bir süreçtir. Güvenli, destekleyici ve kapsayıcı bir aile ve toplum ortamı, kız çocuklarının ruhsal iyilik halini güçlendirirken; ilerleyen yaşam evrelerinde daha sağlıklı bireyler ve anneler olmalarına katkı sağlamaktadır. UNICEF, erken

çocukluk döneminde sunulan bütüncül ve hak temelli hizmetlerin kız çocuklarının yaşam boyu sağlık eşitsizliklerinin azaltılmasında kilit rol oynadığını belirtmektedir (2,3).

Bu bağlamda kız çocukluk döneminin sağlıklı geçirilmesi, yalnızca çocuk sağlığının korunması değil; aynı zamanda kadın sağlığının güçlendirilmesi ve nesiller arası sağlık döngüsünün iyileştirilmesi açısından temel bir halk sağlığı önceliği olarak değerlendirilmektedir (1).

1.2. Puberte Dönemi

Puberte, çocukluktan ergenliğe geçişi temsil eden ve bireyin üreme kapasitesini kazanmasıyla sonuçlanan biyolojik bir olgunlaşma sürecidir. Bu süreç, hipotalamus-hipofiz-gonad (HHG) ekseninin yeniden aktive olmasıyla başlamakta ve karmaşık hormonal düzenlemelerle ilerlemektedir (4).

Pubertenin fizyolojik başlangıcında hipotalamustan gonadotropin salgılatıcı hormonun (GnRH) pulsatif salınımı artar. GnRH'nin bu ritmik salınımı, hipofiz ön lobundan luteinizan hormon (LH) ve folikül stimulan hormon (FSH) salgılanmasını uyarak pubertal sürecin temelini oluşturur.(4).

Puberte süreci iki ana biyolojik olaydan oluşmaktadır: adrenarş ve gonadarş. Adrenarş, adrenal bezlerden dehidroepiandrosteron (DHEA) ve DHEA-sülfat (DHEAS) salgısının artışıyla karakterizedir ve pubik kıllanma, aksiller kıllanma ve sebace bez aktivitesinde artışa yol açar. Bu süreç genellikle gonadarştan birkaç yıl önce başlamaktadır (4).

Gonadarş, hipotalamus-hipofiz-gonad ekseninin aktif hale gelmesiyle birlikte gonadlardan seks steroid hormonlarının salgılanmasını ifade eder. Kızlarda bu dönemde overlerden östrojen (özellikle estradiol) salgısı artar ve meme gelişimi (thelarche), uterin büyüme ve endometriyal olgunlaşma gerçekleşir (4).

Pubertenin ileri evresinde menarş, kızlarda pubertenin önemli bir biyolojik göstergesi olarak ortaya çıkar. Menarş, üreme sisteminin fonksiyonel olarak aktive olduğunu gösterse de, ovulatuvar siklusların düzenli hale gelmesi için hipotalamo-hipofizer-ovaryan aksın tam olgunlaşması gerekmektedir (5).

Puberte döneminde meydana gelen hormonal değişimler yalnızca fiziksel gelişimi değil, aynı zamanda merkezi sinir sistemi ve ruhsal süreçleri de etkilemektedir. Pubertal hormonlar, özellikle estradiol ve androjenler, beyin duygusal düzenleme ile ilişkili bölgeleri üzerinde etkili olmakta ve bu durum ergenlikte ruhsal hassasiyetin artmasına yol açabilmektedir (6).

Erken ya da hızlı pubertal zamanlama, kız çocuklarında depresyon, anksiyete ve davranışsal sorunlar açısından artmış riskle ilişkilendirilmiştir. Hormonal değişimlerin yanı sıra puberteye eşlik eden fiziksel görünüm değişiklikleri ve sosyal beklentiler, psikososyal uyum sürecini zorlaştırabilmektedir (5).

1.3. Cinsel Olgunluk Dönemi

Cinsel olgunluk dönemi, pubertenin tamamlanmasıyla başlayan ve kadının biyolojik olarak üreme kapasitesine ulaştığı yaşam evresini ifade etmektedir. Bu dönem, hipotalamus-hipofiz-gonad (HHG) ekseninin tam olgunluğa erişmesiyle birlikte gonadotropin ve seks steroid hormonlarının düzenli ve senkronize salınımının sağlandığı bir süreçtir. Dünya Sağlık Örgütü, cinsel olgunluk ve üreme dönemini kapsayan bu evreyi genellikle 15-49 yaş aralığındaki kadınlar için tanımlamakta ve bu dönemi kadın yaşam döngüsünün temel biyolojik evrelerinden biri olarak ele almaktadır (7,1).

Cinsel olgunluk döneminde menarş sonrası **ovulatuvar siklusların** yerleşmesiyle birlikte fertilite potansiyeli artmaktadır. Ancak hipotalamo-hipofizer-ovaryan aksın tam stabilizasyonu her bireyde aynı hızda gerçekleşmemekte ve bu nedenle erken dönemde menstrüel düzensizlikler görülebilmektedir. Yapılan çalışmalar, puberte ve erken erişkinlik döneminde yaşanan hormonal dalgalanmaların, cinsel olgunluk döneminin fizyolojik seyrini doğrudan etkilediğini göstermektedir (4,5).

Cinsel olgunluk döneminin fizyolojik özellikleri yalnızca hormonal dengeyle sınırlı değildir. Erken yaşam dönemlerinde maruz kalınan **beslenme yetersizlikleri, çevresel stresörler ve endokrin bozucu kimyasallar**, bu dönemde gonadal fonksiyonları ve fertilite kapasitesini etkileyebilmektedir. Gelişimsel kökenler yaklaşımı (DOHaD), çocukluk ve ergenlik döneminde oluşan biyolojik programlamaların, erişkin dönemde üreme fonksiyonları üzerinde kalıcı etkiler oluşturabileceğini ortaya koymaktadır (8).

Cinsel olgunluk dönemi aynı zamanda belirgin **psikososyal değişimleri** de içermektedir. Beden algısının olgunlaşması, cinsel kimlik farkındalığının artması ve yakın ilişkilerin gelişmesi bu dönemin temel psikososyal özelliklerindendir. Pubertal ve erişkin döneme özgü hormonal değişimlerin merkezi sinir sistemi üzerindeki etkileri; duygu durum dalgalanmaları, stres yanıtında değişiklikler ve ruhsal kırılganlık ile ilişkilendirilmektedir (6).

UNICEF, bu dönemde destekleyici sosyal çevre ve erişilebilir sağlık hizmetlerinin, kadınların psikososyal iyilik halinin korunmasında kritik rol oynadığını vurgulamaktadır (2).

Cinsel olgunluk döneminde kadının fizyolojik ve psikososyal süreçleri; eğitim düzeyi, sosyoekonomik koşullar ve sağlık hizmetlerine erişim gibi faktörlerden de etkilenmektedir. Kadınların bu dönemde sergiledikleri sağlıkla ilişkili tutum ve davranışların, ilerleyen yaşam evrelerinde fertilité ve genel sağlık durumunu etkileyebileceği bildirilmektedir (9).

1.4. Klimakteriyum ve Menopoz

Klimakteriyum, kadının üreme fonksiyonlarının giderek azaldığı ve fertil dönemden infertil döneme geçişi kapsayan fizyolojik bir süreçtir. Bu süreçte over fonksiyonlarının azalmasına bağlı olarak hormonal, fiziksel ve psikososyal değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Klimakteriyum; perimenopoz, menopoz ve postmenopoz olmak üzere evrelere ayrılmakta olup, kadın yaşam döngüsünün doğal bir parçası olarak kabul edilmektedir (10).

Perimenopoz

Perimenopoz, menopozdan birkaç yıl önce başlayabilen ve menopozdan sonraki ilk yıl ile devam edebilen geçiş dönemidir. Bu evrede ovaryan rezervin azalmasına bağlı olarak östrojen düzeylerinde belirgin dalgalanmalar görülmekte, ovulasyon sıklığı azalmaktadır. Perimenopoz döneminde menstrüel düzensizlikler, vazomotor semptomlar ve uyku bozuklukları daha sık ortaya çıkmaktadır (11).

Menopoz

Menopoz, over foliküllerinin tükenmesine bağlı olarak östrojen ve progesteron üretiminin kalıcı biçimde azalması sonucu menstruasyonun geri dönüşümsüz olarak sona ermesiyle karakterize edilen doğal bir yaşam evresidir. Klinik olarak menopoz tanısı, ardışık 12 ay boyunca menstruasyon görülmemesi ile geriye dönük olarak konulmaktadır (10).

Menopoz yaşı bireysel farklılıklar gösterebilmekte olup genetik yapı, çevresel faktörler ve yaşam tarzı menopozun zamanlamasında belirleyici olabilmektedir. Güncel klinik rehberlerde menopozun patolojik bir durum olmadığı, ancak semptom şiddetinin bireyler arasında farklılık gösterebileceği vurgulanmaktadır (12).

“Menopoz, over rezervinin tükenmesine bağlı olarak gonadal steroid üretiminin kalıcı biçimde azalmasıyla ortaya çıkan fizyolojik bir yaşam evresidir...” (13).

Menopozun klinik belirtileri yaygın olarak tanımlanmış olmakla birlikte, bu belirtilerin ortaya çıkışında rol oynayan fizyopatolojik mekanizmaların anlaşılması, menopoz sürecinin bütüncül değerlendirilmesi açısından önem taşımaktadır. (13).

Menopoz Geçişi ve Fizyopatolojisi

Menopoz, over rezervinin tükenmesine bağlı olarak gonadal steroid üretiminin kalıcı biçimde azalmasıyla ortaya çıkan fizyolojik bir yaşam evresidir. Menopozdan önceki dönem olan menopoz geçişi (perimenopoz), ovaryan follikül havuzunun giderek azalmasıyla karakterizedir ve bu süreçte belirgin hormonal dalgalanmalar gözlenir. Özellikle anti-Müllerian hormon (AMH) ve inhibin B düzeylerindeki azalma, hipofizden follikül stimulan hormon (FSH) salınımının artmasına yol açarak menstrüel düzensizliklerin ortaya çıkmasına neden olur (13).

Menopoz geçişi sırasında hipotalamo-hipofizer-ovaryan aksın östrojene karşı duyarlılığı azalmakta, bu durum ovulatuvar siklusların yerini giderek anovulatuvar sikluslara bırakmasına yol açmaktadır. Erken menopoz geçişinde kompensatuvar mekanizmalar sayesinde sikluslar sürdürülebilse de geç dönemde bu mekanizmalar yetersiz kalmakta ve östrojen düzeyleri belirgin biçimde düşmektedir (13).

Menopoz geçişinin en karakteristik klinik bulguları vazomotor semptomlardır. Güncel nöroendokrin çalışmalara göre sıcak basmaları, yalnızca östrojen azalmasına değil; hipotalamusta kisspeptin, neurokinin B ve dynorphin birlikte eksprese eden KNDy nöronlarının işlevsel değişimine bağlıdır. Bu nöronal ağın termoregülasyon merkezleri üzerindeki etkisi, menopoz döneminde sıcak basmaları ve gece terlemelerinin ortaya çıkmasında temel rol oynamaktadır (13).

Menopoz geçişi aynı zamanda psikososyal açıdan da hassas bir dönemdir. Yapılan uzunlamasına çalışmalarda depresyon ve anksiyete semptomlarının özellikle geç perimenopoz döneminde arttığı, ancak bu belirtilerin çoğu kadında postmenopozal dönemde azaldığı bildirilmektedir. Bu bulgular, menopoz sürecinde biyolojik değişimlerle birlikte psikososyal desteğin önemini ortaya koymaktadır (13).

Menopoz Döneminde Fizyolojik Değişiklikler

Menopoz döneminde östrojen düzeylerinin azalmasına bağlı olarak vazomotor semptomlar (sıcak basmaları, gece terlemeleri), ürogenital atrofi, kemik mineral yoğunluğunda azalma ve kardiyovasküler risk artışı görülebilmektedir. Özellikle kemik metabolizmasındaki değişiklikler, menopoz sonrası osteoporoz riskinin artmasına neden olmaktadır (10).

Psikososyal Etkiler

Menopoz dönemindeki hormonal değişimler, ruhsal durum ve yaşam kalitesi üzerinde de etkili olabilmektedir. Duygu durum dalgalanmaları, uyku sorunları, konsantrasyon güçlüğü ve yaşlanma algısına bağlı psikososyal uyum sorunları menopoz sürecinde sık bildirilen durumlardır. Güncel çalışmalar, menopoz döneminde psikososyal destek ve danışmanlığın kadınların yaşam kalitesini artırmada önemli rol oynadığını göstermektedir (11).

2. Kadın Yaşam Evreleri ve Ebelik Yaklaşımı

2.1. Çocukluk Dönemi ve Ebelik Yaklaşımı

Kız çocukluğu dönemi, kadın yaşam döngüsünün temelini atıldığı kritik bir evredir. Bu dönemde ebelik yaklaşımı; kız çocuklarının sağlıklı büyüme ve gelişiminin desteklenmesi, ihmal ve istismarın önlenmesi ve sağlık hizmetlerine eşit erişimin sağlanmasına odaklanır. Ebe, aile ve toplumla iş birliği içinde çalışarak koruyucu sağlık hizmetlerini güçlendiren bir rol üstlenir. Bu yaklaşım, kız çocuklarının ilerleyen yaşam evrelerinde daha sağlıklı bireyler olmalarına katkı sağlar (2).

2.2. Puberte Dönemi ve Ebelik Yaklaşımı

Puberte dönemi, hızlı fiziksel ve hormonal değişimlerin yaşandığı, beden algısının ve kimlik gelişiminin şekillendiği hassas bir süreçtir. Bu dönemde ebelik yaklaşımı; ergenin mahremiyetine saygı, doğru ve yaşa uygun bilgilendirme ve psikososyal destek üzerine kuruludur. Ebe, puberte sürecinin normal bir gelişim dönemi olduğunu vurgulayarak kaygıyı azaltır ve erken ya da geç gelişime bağlı olası damgalanmayı önlemeye yönelik danışmanlık sağlar (14).

2.3. Cinsel Olgunluk ve Üreme Dönemi – Ebelik Yaklaşımı

Cinsel olgunluk ve üreme dönemi, kadının biyolojik kapasitesinin en yüksek olduğu ve yaşamla ilgili önemli kararların alındığı bir evredir. Bu dönemde ebelik yaklaşımı, kadının bedeni ve sağlığı üzerinde karar verme hakkını desteklemeyi temel alır. Bilgilendirilmiş onam, mahremiyet ve eşit sağlık hizmetlerine erişim, ebelik bakımının temel ilkeleridir. Ebe, kadın merkezli bakım anlayışıyla kadının gereksinimlerini, beklentilerini ve bireysel farklılıklarını gözeterek danışmanlık sunar (15,16).

2.4. Menopoz Dönemi ve Ebelik Yaklaşımı

Menopoz dönemi, sıklıkla göz ardı edilen ancak kadın yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyen bir geçiş sürecidir. Bu dönemde ebelik yaklaşımı; menopozun doğal bir yaşam evresi olduğunu kabul etmekle birlikte, ortaya çıkan semptomların küçümsenmemesini ve bireysel gereksinimlere uygun destek sunulmasını esas alır. Ebe, menopoz dönemindeki kadınlara kanıta dayalı bilgi sunarak, semptom yönetimi konusunda rehberlik eder ve psikososyal destek sağlar. Bu yaklaşım, menopoz sürecinin insan onuruna saygılı ve yaşam kalitesini artırıcı şekilde yönetilmesine katkıda bulunur (12).

Genel Değerlendirme

Kadın yaşam evrelerinin her birinde ebelik yaklaşımı; koruyucu, destekleyici ve güçlendirici bir bakım anlayışını temel alır. Çocuklukta koruma, pubertede bilgilendirme ve mahremiyet, cinsel olgunluk döneminde özerklik ve kadın merkezli bakım, menopozda ise yaşam kalitesini artırmaya yönelik bütüncül destek, ebelik bakımının yaşam döngüsü boyunca sürekliliğini ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım, kadın sağlığının geliştirilmesinde ebelik mesleğinin vazgeçilmez rolünü açıkça göstermektedir (15,16).

3. Kadın Yaşam Evreleri ve Etik Boyut

Kadın yaşamı, çocukluk döneminden başlayarak puberte, cinsel olgunluk ve menopoz dönemlerini kapsayan dinamik bir süreçtir. Bu evrelerin her biri biyolojik, psikososyal ve toplumsal değişimleri içerirken; etik açıdan hak temelli yaklaşım, özerklik, adalet, zarar vermeme ve yarar sağlama ilkeleri çerçevesinde ele alınmalıdır. Yaşam döngüsü yaklaşımı, kadın sağlığının her evrede etik sorumluluklarla birlikte değerlendirilmesini gerekli kılmaktadır (1)

3.1. Çocukluk Dönemi ve Etik

Kız çocukluğu dönemi, bireyin yaşam boyu sağlığının temellerinin atıldığı kritik bir evredir. Bu dönemde etik açıdan temel sorumluluk, kız çocuklarının yaşam, sağlık, korunma ve gelişim haklarının güvence altına alınmasıdır. Çocukların karar verme kapasitesinin sınırlı olması, onları daha kırılgan bir grup haline getirmekte ve yetişkinlere özel bir etik sorumluluk yüklemektedir. Ayrımcılıktan korunma, ihmal ve istismarın önlenmesi, etik açıdan bu dönemin temel öncelikleri arasında yer almaktadır (2).

3.2. Puberte Dönemi ve Etik

Puberte dönemi, hızlı fiziksel değişimlerin ve hormonal dönüşümlerin yaşandığı, beden algısının ve kimlik gelişiminin şekillendiği bir geçiş sürecidir. Bu dönemde etik açıdan en önemli ilkelerden biri mahremiyetin korunmasıdır. Ergenlerin bedenleri ve sağlıklarıyla ilgili karar süreçlerine uygun düzeyde katılımlarının sağlanması, özerklik ilkesinin desteklenmesi açısından önem taşımaktadır. Puberte sürecinde yaşanan erken ya da geç gelişim farklılıklarının damgalanmaya yol açmaması, etik bakımın temel gerekliliklerinden biridir (14).

3.3. Cinsel Olgunluk Dönemi ve Etik

Cinsel olgunluk dönemi, kadının üreme kapasitesine ulaştığı ve biyolojik potansiyelinin en yüksek olduğu yaşam evresidir. Bu dönemde etik açıdan öne çıkan temel ilke, kadının bedeni ve üreme fonksiyonları üzerinde karar verme hakkının korunmasıdır. Bilgilendirilmiş onam, mahremiyet ve eşit sağlık hizmetlerine erişim bu dönemin etik çerçevesini oluşturmaktadır. Kadınların kültürel, sosyal veya ekonomik nedenlerle sağlık hizmetlerine erişiminin kısıtlanması, etik açıdan adalet ilkesinin ihlali olarak değerlendirilmektedir (1).

3.4. Menopoz Dönemi ve Etik

Menopoz dönemi, kadının üreme fonksiyonlarının sona erdiği doğal bir yaşam evresi olup, etik açıdan sıklıkla göz ardı edilen bir dönemdir. Menopozun yalnızca biyolojik bir süreç olarak ele alınması, kadınların yaşadığı fiziksel ve psikososyal etkilerin görünmez kılınmasına yol açabilmektedir. Bu durum, yaş ayrımcılığı (ageism) ve cinsiyet temelli önyargılar ile etik açıdan sorunlu bir yaklaşım oluşturmaktadır.

Menopoz döneminde kadınların yaşadığı semptomların “doğal” kabul edilerek sağlık hizmeti taleplerinin küçümsenmesi, zarar vermeme ve yarar sağlama ilkeleriyle çelişmektedir. Etik bakım yaklaşımı, menopozun bireysel farklılıklar gösterdiğini kabul etmeli ve kadınların yaşam kalitesini artırmaya yönelik destekleyici sağlık hizmetlerini içermelidir. Ayrıca hormon tedavisi ve diğer tedavi seçenekleri konusunda kadınlara tarafsız ve kanıta dayalı bilgi sunulması, bilgilendirilmiş onam ilkesinin temel bir gereğidir (12).

Menopoz döneminde psikososyal destek, etik açıdan önemli bir gereklilik olarak değerlendirilmelidir. Kadının yaşlanma süreciyle birlikte değişen beden algısı, toplumsal roller ve üretkenlik algısı, ruhsal iyilik halini etkileyebilmektedir. Bu nedenle menopoz dönemi, yalnızca

fizyolojik değil; insan onuruna saygı ve yaşam kalitesinin korunması bağlamında ele alınması gereken bir etik sorumluluk alanıdır. (12).

Kaynakça

1. World Health Organization. (2023). Life course approach to health. <https://www.who.int/teams/maternal-newborn-child-adolescent-health-and-ageing/life-course>
2. United Nations Children's Fund. (2021). The State of the World's Children 2021: On my mind.
3. United Nations Children's Fund. (2023). Early childhood development: UNICEF vision for every child.
4. Aslam, S. (2020). Endocrine events involved in puberty: A revisit to existing knowledge. *Life and Science*, 1(1), 37–48.
5. Sun, Y., Liu, H., Mu, C., Liu, P., Hao, C., & Xin, Y. (2024). Early puberty: A review on its role as a risk factor for metabolic and mental disorders. *Frontiers in Pediatrics*, 12, 1326864.
6. Luo, D., Dashti, S. G., Sawyer, S. M., & Vijayakumar, N. (2024). Pubertal hormones and mental health problems in children and adolescents. *eClinicalMedicine*, 76, 102828.
7. World Health Organization. (2021). Women of reproductive age (15–49 years).
8. Sánchez-Garrido, M. A., García-Galiano, D., & Tena-Sempere, M. (2022). Early programming of reproductive health and fertility. *Human Reproduction Update*, 28(3), 346–375.
9. Utkualp, N., & Başoğlu, M. (2025). Determination of reproductive health attitudes and affecting factors of women aged 15–49. *Journal of Health Sciences and Medicine*, 8(6), 1176–1181.
10. World Health Organization. (2022). Menopause.
11. National Institute for Health and Care Excellence. (2023). Menopause: Diagnosis and management (NG23).
12. American College of Obstetricians and Gynecologists. (2023). Management of menopausal symptoms.
13. Santoro, N., Roeca, C., Peters, B. A., & Neal-Perry, G. (2021). The menopause transition: Signs, symptoms, and management options.
14. World Health Organization. (2022). *Adolescent health*.
15. International Confederation of Midwives. (2021). *VPPhilosophy and model of midwifery care*.
16. International Confederation of Midwives. (2021). *Global standards for midwifery education (Revised)*.

Presentation ID / Sunum No= 198

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-3977-7111

Multipl Sklerozda Dizartrik Profilin Klinik Şiddete Göre Karşılaştırılması: Olgu Serisi

259

Arş. Gör. Ayşe Buse Kurt Yurtseven^{1*}, Dr. Öğr. Üyesi Seren Düzenli Öztürk¹

¹ İzmir Bakırçay Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Dil ve Konuşma Terapisi Bölümü, İzmir, Türkiye

Özet

Giriş: Multipl skleroz (MS), santral sinir sisteminin kronik, inflamatuvar ve demiyelinizan bir hastalığı olup konuşmanın respirasyon, fonasyon, rezonans, artikülasyon ve prosodi bileşenlerinde bozulmaya yol açabilmektedir. Dizartri, MS’de sık görülen iletişim bozukluklarından biridir ve klinik görünümü hastalık şiddetine göre değişkenlik göstermektedir. Bu olgu sunumunun amacı, nörolojik etkilenim düzeyleri farklı olan relapsing-remitting MS tanılı iki bireyde konuşma bozukluğunun akustik, işitsel-algısal ve öznel özelliklerini karşılaştırmak ve müdahale planının klinik şiddete göre nasıl farklılaştırılması gerektiğini ortaya koymaktır. Yöntem: Birinci olgu, 58 yaşında erkek birey olup tanı yaşı 37, Expanded Disability Status Scale (EDSS) skoru 2.5 ve toplam atak sayısı 4’tü. İkinci olgu, 38 yaşında kadın birey olup tanı yaşı 19, EDSS skoru 7.5 ve toplam atak sayısı 13’tü. Her iki olgu, temel frekans, intensite, jitter, shimmer, harmonik-gürültü oranı, cepstral peak prominence, smoothed cepstral peak prominence ve maksimum fonasyon süresi açısından akustik olarak; Ses Handikap İndeksi (SHİ) ve Sesle İlgili Yaşam Kalitesi Ölçeği (SİYKÖ) ile öznel olarak; GRBAS ile işitsel-algısal olarak değerlendirildi. Bulgular: Birinci olguda konuşma ve ses performansının genel olarak korunmuş olduğu gözlenmekle birlikte, düşük harmonik-gürültü oranı değerlerine bağlı olarak hafif derecede nefesli ses kalitesi algılanmış ve düşük intensite nedeniyle kısık/zayıf ses izlenimi saptanmıştır. İkinci olguda ise ses kalitesi bozukluğu, perde ve ses yüksekliği kontrolünde yetersizlik, artmış pertürbasyon değerleri ve daha belirgin işitsel-algısal etkilenim bulunduğu gözlemlendi. Her iki olguda SHİ puanının 2 olduğu, SİYKÖ skorlarının ise sırasıyla 92,5 ve 95 olduğu saptandı. Sonuç: MS’de konuşma bozukluğunun şiddeti bireyler arasında farklılık gösterebilmektedir. EDSS skorunun düşük olduğu bireylerde dahi konuşma bozuklukları açısından ayrıntılı değerlendirme yapılması önem taşımaktadır. Özbildirim ölçeklerinde elde edilen düşük puanlara rağmen objektif değerlendirmelerde bozulmaların saptanması, MS’li bireylerde ses ve konuşma bozukluklarının öznel olarak her zaman fark edilmeyebileceğini ve kapsamlı dil ve konuşma terapisi değerlendirmesinin klinik açıdan kritik olduğunu göstermektedir. Bu nedenle etkili müdahale, etkilenen konuşma alt sistemlerine yönelik çok boyutlu ve bireyselleştirilmiş, kapsamlı değerlendirmeye dayalı bir dil ve konuşma terapisi yaklaşımı ile sağlanmalıdır.

Anahtar Kelimeler: multipl skleroz, dizartri, ses analizi, akustik değerlendirme, bireyselleştirilmiş terapi

Comparison of Dysarthric Profile in Multiple Sclerosis According to Clinical Severity: Case Series

Abstract

Introduction: Multiple sclerosis (MS) is a chronic, inflammatory, demyelinating disease of the central nervous system and may impair the respiratory, phonatory, resonance, articulatory, and prosodic components of speech. Dysarthria is a common communication disorder in MS, and its clinical presentation may vary according to disease severity. This case series aimed to compare the acoustic, auditory-perceptual, and subjective characteristics of speech impairment in two individuals with relapsing-remitting MS with different levels of neurological involvement, and to show how intervention planning should differ by clinical severity. **Method:** The first case was a 58-year-old male diagnosed at the age of 37, with an Expanded Disability Status Scale (EDSS) score of 2.5 and 4 relapses. The second case was a 38-year-old female diagnosed at the age of 19, with an EDSS score of 7.5 and 13 relapses. Both cases were evaluated acoustically in terms of fundamental frequency, intensity, jitter, shimmer, harmonic-to-noise ratio, cepstral peak prominence, smoothed cepstral peak prominence, and maximum phonation time; subjectively using the Voice Handicap Index and Voice-Related Quality of Life; and auditorily-perceptually using GRBAS. **Results:** In the first case, speech and voice performance were generally preserved; however, mildly breathy voice quality and reduced vocal loudness were observed. In the second case, impaired voice quality, insufficient control of pitch and loudness, increased perturbation values, and more marked auditory-perceptual involvement were found. In both cases, the Voice Handicap Index score was 2, while the Voice-Related Quality of Life scores were 92.5 and 95, respectively. **Conclusion:** Speech impairment severity in MS may vary among individuals. Even in those with low EDSS scores, detailed speech assessment is important. Objective abnormalities despite low self-report scores suggest that speech and voice problems may not always be subjectively recognized. Effective intervention should therefore be multidimensional, individualized, and based on comprehensive evaluation of the affected speech subsystems.

Keywords: multiple sclerosis, dysarthria, voice analysis, acoustic assessment, individualized therapy

Giriş

Multipl skleroz (MS), santral sinir sisteminin kronik, inflamatuvar ve demiyelinizan bir hastalığı olup; klinik görünümü belirgin heterojenite göstermektedir. Bu heterojenite yalnızca motor, duyuşsal ve bilişsel etkilenim düzeyine değil, konuşma bozukluklarının klinik görünümüne de yansımaktadır. MS’de dizartri, en sık bildirilen iletişim bozukluklarından biri olup konuşmanın respirasyon, fonasyon, rezonans, artikülasyon ve prosodi bileşenlerinde değişen derecelerde etkilenim görülebilmektedir.¹⁻⁴ Güncel literatür, MS’ye eşlik eden konuşma bozukluklarının tek tip bir profil oluşturmadığını; etkilenen nörolojik sistemlere, hastalık yüküne ve bireysel klinik özelliklere bağlı olarak farklı akustik, algısal ve işlevsel örüntüler sergileyebildiğini göstermektedir.¹⁻⁴ MS’de görülen dizartrik belirtiler; ses kalitesi bozukluğu, perde ve ses yüksekliği kontrolünde bozulma, konuşma temposunda değişim, durakların artması, artikülatuvar netlikte azalma ve prozodide bozulma gibi çok boyutlu bir tablo halinde ortaya çıkabilmektedir.⁵⁻⁷ Fitz Gerald ve ark. ile Hartelius ve ark. tarafından yapılan öncü çalışmalar, MS’de hem segmental hem de suprasegmental düzeyde konuşma etkilenimi görülebildiğini ve bu etkilenimin hastalığın klinik görünümüne göre değişebildiğini ortaya koymuştur.⁵⁻⁷ Daha güncel çalışmalar ise bu bozulmaların yalnızca işitsel-algısal gözlemle değil, akustik ve fizyolojik ölçümler aracılığıyla nesnel olarak da tanımlanabildiğini göstermektedir.^{3,4,8,9} Özellikle Kieling ve ark., artikülasyon temelli konuşma ölçümlerinin MS şiddeti ile ilişkili olabileceğini; Kenyon ve ark. ise dizartrinin hastalık şiddeti, lezyon yükü ve yapısal beyin değişiklikleri ile bağlantılı olduğunu bildirmiştir.^{3,4} MS’ye bağlı konuşma bozukluğunun klinik önemi yalnızca tanımlayıcı değildir. Dizartrik belirtiler, bireyin iletişim etkinliğini azaltabilir, sosyal etkileşimlere katılımını sınırlayabilir ve yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilir.^{1,2,4,10} Bauer ve ark., MS’li bireylerde sesin öznel değerlendirilmesi ile işitsel-algısal değerlendirme arasında anlamlı ilişkiler bulunduğunu bildirmiştir.¹⁰ Ancak öznel değerlendirme, klinik etkilenimin derecesini her zaman tam olarak yansıtmayabilir.^{2,10} Bu nedenle değerlendirme süreci yalnızca hasta bildirimine dayandırılmamalıdır; konuşmanın alt sistemlerini kapsayan çok boyutlu değerlendirme yaklaşımlarına

ihtiyaç vardır. Ayrıca, güncel meta-analiz çalışmaları MS popülasyonunda dizatri prevalansının yaklaşık %44.9 olduğunu göstermektedir.¹¹ Bu oran, konuşma bozukluklarının MS’de nadir bir bulgu değil, klinik açıdan sistematik olarak ele alınması gereken yaygın bir alan olduğunu göstermektedir.

Bu olgu serisinin amacı, nörolojik etkilenim düzeyleri farklı olan relapsing-remitting MS tanılı iki bireyde konuşma bozukluğunun akustik, işitsel-algısal ve öznel özelliklerini karşılaştırmaktır. İkincil amaç ise konuşma bozukluğunun klinik şiddetine göre değerlendirme ve müdahale gereksinimlerinin farklılaşabileceğini, bu nedenle terapi planının konuşmanın tüm alt sistemlerini kapsayan çok boyutlu bir değerlendirme temelinde bireyselleştirilmesi ve multidisipliner ekip yaklaşımı içinde ele alınması gerektiğini ortaya koymaktır.^{1-4,8-11}

Yöntem

Bu çalışma, iki olgudan oluşan tanımlayıcı nitelikte bir olgu serisidir. Olgular, uzman nörolog tarafından konuşma ve sesin ileri değerlendirmesi amacıyla yönlendirilmiştir. Birinci olgu, relapsing-remitting MS tanılı 58 yaşında erkek birey olup tanı yaşı 37, Expanded Disability Status Scale (EDSS) skoru 2.5 ve toplam atak sayısı 4’tü. İkinci olgu, relapsing-remitting MS tanılı 38 yaşında kadın birey olup tanı yaşı 19, EDSS skoru 7.5 ve toplam atak sayısı 13’tü. Her iki olguda da MS öncesi döneme ait dil, yutma veya ses bozukluğu öyküsü ile reflü öyküsü bildirilmemiştir (Tablo 1). Değerlendirme süreci, konuşma ve ses bozukluğunu çok boyutlu inceleyecek şekilde yapılandırılmıştır. Bu değerlendirme yaklaşımı, MS’ye bağlı konuşma bozukluklarının yalnızca algısal düzeyde değil, nesnel akustik ve öznel işlevsel boyutlarda da tanımlanmasını amaçlamakta olup literatürde önerilen çok boyutlu değerlendirme yaklaşımları ile uyumludur.^{1-4,8-10} Akustik incelemede temel frekans (f0), ses şiddeti (dB), jitter, shimmer, harmonik-gürültü oranı (HNR), cepstral peak prominence (CPP), smoothed cepstral peak prominence (CPPs) ve maksimum fonasyon süresi (MFS) kullanılmıştır. Öznel etkilenimin belirlenmesi amacıyla Ses Handikap İndeksi (SHI) ve Sesle İlgili Yaşam Kalitesi Ölçeği (SİYKO); işitsel-algısal değerlendirme amacıyla ise GRBAS skalası (Grade-genel, Roughness-kabalık, Breathness-nefeslilik, Astheny-zayıflık, Strain-gerginlik) kullanılmıştır.

Bulgular

Birinci olguda konuşma ve ses performansının görece korunmuş olduğu gözlenmiştir. Temel frekans 129.447 Hz, ses şiddeti 49.947 dB, jitter %0.299, shimmer %2.169, harmonik-gürültü oranı 14.939 dB, cepstral peak prominence 20.078 dB, smoothed cepstral peak prominence 18.587 dB ve maksimum fonasyon süresi 12 sn olarak saptanmıştır. Ses Handikap İndeksi skoru 2, Sesle İlgili Yaşam Kalitesi Ölçeği skoru 92.5 olarak belirlenmiş ve işitsel-algısal değerlendirmede GRBAS profili G2-R1-B1-A1-S1 olarak kaydedilmiştir. Bu bulgular, belirgin ve yaygın bir ses-konuşma bozukluğundan ziyade, ses üretiminde sınırlı düzeyde instabilite ve hafif düzeyde kalite etkilenimi ile uyumlu bir görünüm sergilemektedir. Öznel değerlendirme ölçeklerinden elde edilen düşük puanlar, bireyin konuşma ve ses performansındaki değişiklikleri gündelik iletişim işlevselliğinde sınırlı düzeyde bildirdiğini göstermektedir (Tablo 2). İkinci olguda konuşma ve ses performansında daha belirgin düzeyde etkilenim gözlenmiştir. Temel frekans 233.080 Hz, ses şiddeti 61.398 dB, jitter %1.242, shimmer %6.617, harmonik-gürültü oranı 5.654 dB, cepstral peak prominence 12.894 dB, smoothed cepstral peak prominence 14.372 dB ve maksimum fonasyon süresi 12.70 sn olarak saptanmıştır. Ses Handikap İndeksi skoru 2, Sesle İlgili Yaşam Kalitesi Ölçeği skoru 95 olarak belirlenmiş ve işitsel-algısal değerlendirmede GRBAS profili G3-R2-B2-A2-S3 olarak kaydedilmiştir. Bu bulgular, ses sinyalinde artmış düzensizlik, gürültü bileşeninde artış ve cepstral belirginlikte azalma ile uyumlu bir akustik profil göstermektedir. İşitsel-algısal değerlendirmede gözlenen nefeslilik (breathiness), kabalık (hoarseness) ile perde ve ses yüksekliği kontrolündeki bozulma, ses üretiminde daha belirgin bir etkilenim olduğunu göstermektedir. Öz-bildirim ölçeklerinden elde edilen düşük puanlar ise hastanın konuşma ve ses performansındaki değişiklikleri öznel olarak sınırlı düzeyde bildirdiğini göstermektedir (Tablo 2).

Tablo 1. İki multiple skleroz tanılı olgunun demografik ve klinik özelliklerinin karşılaştırılması

Özellik	Olgu 1	Olgu 2
Yaş	58	38
Cinsiyet	Erkek	Kadın
Tanı yaşı	37	19
MS tipi	Relapsing-remitting	Relapsing-remitting
EDSS	2.5	7.5
Toplam atak sayısı	4	13 agresif atak
MS nedeniyle hastane yatışı	Var	Var
MS öncesi dil-yutma-ses problemi	Yok	Yok
Reflü	Yok	Yok

Tablo 2. İki multiple skleroz tanılı olgunun akustik, öznel ve algısal değerlendirme bulgularının karşılaştırılması

Parametre	Olgu 1	Olgu 2
F0 (Hz)	129.447	233.080
Ses şiddeti (dB)	49.947	61.398
Jitter (local) (%)	0.299	1.242
Shimmer (local) (%)	2.169	6.617
HNR (dB)	14.939	5.654
CPP (dB)	20.078	12.894
CPPS (dB)	18.587	14.372
MFS (sn)	12	12.70
SHI	2	2
SİYKO	92.5	95
GRBAS	G2-R1-B1-A1-S1	G3-R2-B2-A2-S3

Olgular birlikte değerlendirildiğinde, düşük nörolojik etkilenim düzeyine sahip bireyde daha sınırlı ve görece kompensatuvar bir konuşma profili; yüksek nörolojik etkilenim düzeyine sahip bireyde ise çoklu konuşma alt sistemlerini içeren, klinik olarak daha belirgin ve işlevsel açıdan daha ağır bir bozulma örüntüsü gözlenmiştir. Bu örüntü, nörolojik etkilenim düzeyi arttıkça dizartrik belirtilerin sıklık ve şiddetinin artabildiğini bildiren önceki çalışmalarla uyumlu bir görünüm sergilemektedir.^{3, 4, 6}

Müdahale

Her iki olgu için değerlendirme bulguları doğrultusunda bireyselleştirilmiş bir ev programı hazırlanmış ve izlem süreci başlatılmıştır. Program, konuşmanın anlaşılabilirliğini ve doğallığını desteklemeye yönelik olarak respirasyon, fonasyon ve prosodi bileşenlerini kapsayacak şekilde planlanmıştır. MS’de konuşma ve ses bozukluklarının çok boyutlu yapısı nedeniyle müdahale hedeflerinin yalnızca tek bir belirtiyeye değil, etkilenen konuşma alt sistemlerinin bütününe göre belirlenmesi önerilmektedir.^{1,2} Birinci olguda görece hafif etkilenim doğrultusunda ev programı, koruyucu ve önleyici bir çerçevede; respiratuar desteğin ve ses verimliliğinin desteklenmesi, hipofoniye yönelik ses yüksekliği egzersizleri ile ses hijyeni ve korunmasına yönelik hasta eğitimi temelinde yapılandırılmıştır. Bu olguda uygulama yoğunluğu orta düzeyde tutulmuş, görev yükü ise standart progresyon ilkesiyle düzenlenmiştir. İkinci olguda ise daha belirgin konuşma-ses etkilenimi nedeniyle ev programı; laringeal-respiratuar koordinasyonun desteklenmesi, yoğun ses terapisi yaklaşımı doğrultusunda ses şiddetinin artırılması, yorgunluk yönetimi amacıyla kısa ve sık uygulama düzeni oluşturulması ve görev yükünün bireysel toleransa göre sınırlandırılması esas alınarak planlanmıştır. Ayrıca destekleyici/artırıcı iletişim gereksinimi açısından ileri değerlendirme olasılığı da göz önünde bulundurulmuştur. MS rehabilitasyonunda yoğunluk, sıklık, süre ve egzersiz tipine ilişkin tek ve evrensel bir reçetenin bulunmadığı; programların semptom profiline, yorgunluk düzeyine, performans dalgalanmalarına ve bireysel toleransa göre uyarlanması gerektiği bildirilmektedir.¹²⁻¹⁴ Bu doğrultuda,

her iki olgu için hazırlanan ev programı bireysel klinik özellikler ve tolerans düzeyi temel alınarak düzenlenmiş ve olgular izlem sürecine alınmıştır.

Tartışma

Bu iki olgu, MS’de konuşma bozukluğunun homojen bir tablo oluşturmadığını; aksine hastalık yükü, nörolojik etkilenim düzeyi ve konuşma alt sistemlerine dağılımına göre farklılaşabildiğini göstermektedir. Klinik açıdan önemli olan yalnızca bozukluğun varlığının saptanması değil, hangi konuşma alt sistemlerinde yoğunlaştığının, klinik şiddetle nasıl bir örüntü oluşturduğunun ve bunun müdahale önceliklerini nasıl şekillendirdiğinin belirlenmesidir. Bu açıdan değerlendirildiğinde iki olgu arasındaki fark yalnızca niceliksel değil, aynı zamanda nitelikselidir. Birinci olguda düşük EDSS skoruna rağmen konuşma ve ses performansının tamamen normal olmadığı görülmüştür. Akustik ve işitsel-algısal değerlendirmede sınırlı da olsa etkilenim saptanması, hafif nörolojik etkilenimin konuşma sisteminin korunduğu anlamına gelmediğini göstermektedir. Bu nokta klinik olarak önemlidir; çünkü düşük klinik şiddet düzeyinde dahi objektif değerlendirme yöntemleriyle saptanabilen değişiklikler bulunabilmektedir. Bu tür erken ya da hafif düzeydeki bozulmalar, değerlendirme sürecinde yalnızca hastanın öznel bildirimi temel alındığında gözden kaçabilir. İkinci olguda ise daha yüksek EDSS skoru ile birlikte akustik bozulmanın ve işitsel-algısal etkilenimin daha belirgin hale geldiği görülmektedir. Jitter ve shimmer değerlerindeki artış, HNR ile cepstral ölçümlerdeki azalma ve GRBAS profilindeki ağırlaşma; ses üretiminde düzensizlik, gürültü bileşeninde artış ve genel ses kalitesinde bozulma ile uyumludur. Bu örüntü, konuşma bozukluğunun klinik şiddet arttıkça daha belirgin ve daha yaygın bir görünüm kazanabildiğini yansıtmaktadır. Nitekim literatürde konuşmanın özellikle artikülasyon bileşenine ilişkin ölçümlerinin MS şiddeti ile ilişkilendiği bildirilmektedir.^{3,4,6} Her iki olguda da öz bildirim ölçeklerinin görece düşük etkilenime işaret etmesi dikkat çekicidir. Başka bir deyişle, klinik şiddet ve objektif konuşma-ses bulguları farklılaşmasına rağmen hastaların öznel değerlendirmeleri bu farkı benzer düzeyde yansıtmamıştır. Bu durum, MS’de öz bildirim temelli farkındalığın hastalık şiddetinden bağımsız olarak sınırlı kalabileceğini ve konuşma güçlüğüne birey tarafından her zaman belirgin bir sorun olarak tanımlanmayabileceğini düşündürmektedir. Literatürde de öz değerlendirme araçlarının hasta deneyimini yansıtmak açısından değerli olduğu, ancak profesyonel işitsel-algısal değerlendirmede saptanan etkilenimin derecesini her zaman tam olarak göstermeyebileceği belirtilmektedir.^{2,10} Plotas ve ark. tarafından özetlenen bulgular, Ses Handikap İndeksinin hasta öz algısını değerlendirmede yararlı olduğunu; ancak profesyonellerce algılanan disfoni şiddetini her zaman tam yansıtmayabileceğini bildirmektedir.² Ayrıca Bauer ve ark. da MS’de ses öz değerlendirmesi ile uzman işitsel-algısal değerlendirme arasındaki ilişkinin dikkatle yorumlanması gerektiğini bildirmektedir.¹⁰ Bu nedenle, değerlendirme sürecinde müdahale gereksiniminin özellikle akustik ve işitsel-algısal bulgular üzerinden belirginleşebilmesi, öz bildirim tek başına karar verdirici olmaması gerektiğini işaret etmektedir. Bu bulgu klinik açıdan önemlidir; çünkü dizatri, MS’li bireylerde iletişim etkinliğini azaltabilen, sosyal etkileşime katılımı sınırlayabilen, olumsuz benlik algısı ve izolasyon duygusunu artırabilen ve sonuç olarak yaşam kalitesini düşürebilen klinik bir tablodur.^{2,4} Kenyon ve ark., MS’de dizatrinin iletişim güçlüğü, sosyal katılımda azalma, negatif benlik algısı, izolasyon ve yaşam kalitesinde düşüş ile ilişkili olduğunu bildirmektedir.⁴ Plotas ve ark.’nın çalışmasında da dizatrinin sosyal durumlarda iletişim kapasitesini sınırladığını ve genel yaşam kalitesini etkilediğini vurgulamaktadır.² Bu nedenle hasta belirgin bir konuşma güçlüğü bildirmese bile, objektif ve işitsel-algısal değerlendirme bulgularının klinik karar verme sürecinde belirleyici olması; multidisipliner tarama, erken yönlendirme ve sistematik izlemin ihmal edilmemesi gerekmektedir.^{2,4,10} Bu çerçevede MS’de konuşma bozukluğu, yalnızca hasta tarafından ifade edildiğinde ele alınan ikincil bir sorun olarak değil, nörolojik izlem ve rehabilitasyon sürecinin rutin bileşenlerinden biri olarak değerlendirilmelidir. Nöroloji, dil ve konuşma terapisi ve gerekli durumlarda kulak burun boğaz uzmanları arasında kurulacak multidisipliner iş birliği, konuşma performansındaki değişikliklerin daha erken fark edilmesini ve uygun müdahalenin zamanında planlanmasını sağlayabilir. Müdahale planlaması açısından iki olgu arasındaki fark belirgindir. Birinci olguda, görece hafif etkilenim nedeniyle plan koruyucu ve önleyici bir çerçevede şekillenmiş; ikinci olguda ise daha belirgin konuşma-ses etkilenimi nedeniyle plan daha yoğun ve uyarlanmış bir yapı göstermiştir. Bu fark, değerlendirme bulgularının yalnızca tanımlayıcı olmadığını; doğrudan müdahale hedeflerini, önceliklerini ve uygulama içeriğini biçimlendiren klinik karar araçları olduğunu göstermektedir. Literatür bu yaklaşımı desteklemektedir.⁵⁻¹⁰ Öte yandan müdahale planlamasını güçleştiren önemli değişkenlerden biri yorgunluk ve performans dalgalanmasıdır. Bu

nedenle konuşma ve ses alanındaki öneriler yalnızca belirti profiline göre değil, bireyin günlük toleransına göre de uyarlanmalıdır.¹²⁻¹⁴ Mevcut araştırma bulguları, ses rehabilitasyonunun MS’de yararlı olacağını düşündürmekle birlikte, müdahalenin içeriği ve dozajının bireyselleştirilmesi gereğini ortadan kaldırmamaktadır.¹⁴ Dolayısıyla değerlendirme, yalnızca mevcut bozukluğu betimleyen bir aşama değil; müdahale hedeflerini, önceliklerini ve uygulanabilirliğini belirleyen temel klinik karardır.

Sonuç

Bu iki olgu, MS’de konuşma bozukluğunun klinik şiddet düzeyine göre farklı akustik, işitsel-algısal ve öznel görünüm sergileyebildiğini göstermektedir. EDSS skorunun düşük olduğu MS’li bireylerde dahi konuşma bozuklukları açısından ayrıntılı değerlendirme yapılması önem taşımaktadır. Ayrıca MS’li bireyler belirgin bir konuşma güçlüğü bildirmese bile, objektif değerlendirme bulgularına dayalı erken yönlendirme ve multidisipliner klinik izlem önem taşımaktadır. Bu nedenle MS’li bireylerde konuşma ve ses değerlendirmesi, yalnızca öznel bildirim olduğunda değil, nörolojik izlemin rutin ve multidisipliner bir bileşeni olarak ele alınmalıdır.

Kaynaklar

1. Noffs G, Perera T, Kolbe SC, et al. What speech can tell us: a systematic review of dysarthria characteristics in multiple sclerosis. *Autoimmun Rev.* 2018;17(12):1202-1209. doi:10.1016/j.autrev.2018.06.010
2. Plotas P, Nanousi V, Kantanis A, Koutsis G, Potagas C. Speech deficits in multiple sclerosis: a narrative review of the existing literature. *Eur J Med Res.* 2023;28(1):252. doi:10.1186/s40001-023-01230-3
3. Kieling MLM, Finkelsztejn A, Konzen VR, et al. Articulatory speech measures can be related to the severity of multiple sclerosis. *Front Neurol.* 2023;14:1075736. doi:10.3389/fneur.2023.1075736
4. Kenyon KH, Strik M, Noffs G, et al. Volumetric and diffusion MRI abnormalities associated with dysarthria in multiple sclerosis. *Brain Commun.* 2024;6(3):fcae177. doi:10.1093/braincomms/fcae177
5. Fitz Gerald FJ, Murdoch BE, Chenery HJ. Multiple sclerosis: associated speech and language disorders. *Aust J Hum Commun Disord.* 1987;15(2):15-35. doi:10.3109/asl2.1987.15.issue-2.02
6. Hartelius L, Runmarker B, Andersen O. Prevalence and characteristics of dysarthria in a multiple-sclerosis incidence cohort: relation to neurological data. *Folia Phoniatr Logop.* 2000;52(4):160-177. doi:10.1159/000021531
7. Hartelius L, Runmarker B, Andersen O. Temporal speech characteristics of individuals with multiple sclerosis and ataxic dysarthria: “Scanning speech” revisited. *Folia Phoniatr Logop.* 2000;52(5):228-238. doi:10.1159/000021538
8. Murdoch BE, Spencer TJ, Theodoros DG, Thompson EC. Lip and tongue function in multiple sclerosis: a physiological analysis. *Motor Control.* 1998;2(2):148-160. doi:10.1123/mcj.2.2.148
9. Dogan M, Midi I, Yazici MA, et al. Objective and subjective evaluation of voice quality in multiple sclerosis. *J Voice.* 2007;21(6):735-740. doi:10.1016/j.jvoice.2006.05.006
10. Alerić Z, Jančić E, Bauer V. Comparing voice self-assessment with auditory perceptual analysis in patients with multiple sclerosis. *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2015;19(2):100-105. doi:10.1055/s-0034-1397332
11. Smyrni V, Giannopapas V, Kitsos DK, et al. Prevalence of dysarthria in the multiple sclerosis population: a systematic review and meta-analysis. *Mult Scler Relat Disord.* 2025;98:106458. doi:10.1016/j.msard.2025.106458
12. Nedeljković U, Dubljanin-Raspopović E, Ilić N, et al. Endurance and resistance training in rehabilitation of patients with multiple sclerosis. *Vojnosanit Pregl.* 2014;71(10):963-968. doi:10.2298/VSP130116003N
13. Farazi M, Ilkhani Z, Jaferi S, et al. Rehabilitation strategies of dysphagia in a patient with multiple sclerosis: a case study. *Zahedan J Res Med Sci.* 2019. doi:10.5812/zjrms.85773
14. Crispiatico V, Baldanzi C, Napoletano A, et al. Effects of voice rehabilitation in people with MS: a double-blinded long-term randomized controlled trial. *Mult Scler J.* 2022;28(7):1081-1090. doi:10.1177/13524585211051059
15. Konstantopoulos K, Karangioulas D. Language, speech and voice symptomatology (dysarthria) in multiple sclerosis: electroglottographic and acoustic analysis for assessment. In: *Neurological*



Disorders and Imaging Physics, Volume 2: Engineering and Clinical Perspectives of Multiple Sclerosis.
IOP Publishing; 2019. doi:10.1088/978-0-7503-1762-7ch13

Presentation ID / Sunum No= 157

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: /0000-0003-1723-2038

Minimal İnvaziv Omega Orthonyxie Tekniği ile Tekrarlayan Tırnak Batmasının Tedavisi: On Hastalık Bir Olgu Serisinin Klinik Sonuçları

266

Asst. Prof. Dr. Ayfer Peker Karatoprak¹

¹Kocaeli Üniversitesi

Özet

Amaç: Tırnak batması (onikoskriptosis), ağrı, inflamasyon ve enfeksiyona yol açabilen yaygın bir ayak sağlığı problemidir ve sıklıkla nüks edebilmektedir. Geleneksel tedavi yöntemleri arasında parsiyel veya total tırnak avulsiyonu ve matriksektomi gibi cerrahi yaklaşımlar yer almakla birlikte bu yöntemler uzun iyileşme süresi, postoperatif ağrı ve kozmetik deformite gibi dezavantajlara sahip olabilmektedir. Bu çalışmanın amacı, tekrarlayan tırnak batması olan hastalarda minimal invaziv bir yöntem olan omega orthonyxie tekniğinin klinik sonuçlarını değerlendirmektir. Yöntem: Bu çalışma, tekrarlayan tırnak batması tanısı almış hastalarda omega orthonyxie tekniğinin sonuçlarını değerlendiren bir olgu serisi olarak planlanmıştır. Çalışmaya şiddetli ve tekrarlayan tırnak batması bulunan toplam 10 hasta dahil edilmiştir. Hastaların bir kısmında daha önce konservatif tedaviler veya total tırnak avulsiyonu gibi cerrahi girişimler uygulanmış olmasına rağmen nüks geliştiği belirlenmiştir. Uygulanan omega orthonyxie tekniğinde batık olan tırnak bölümleri minimal invaziv yöntemlerle uzaklaştırılmış ve tırnak plağı üzerine uygulanan tırnak teli ile tırnak büyüme yönünün düzeltilmesi hedeflenmiştir. Hastalar işlem sonrası ağrı düzeyi, iyileşme süresi, günlük aktivitelere dönüş ve nüks açısından değerlendirilmiş ve üç ay süreyle takip edilmiştir. Bulgular: Tüm hastalar prosedürü iyi tolere etmiş ve herhangi bir komplikasyon gözlenmemiştir. Hastaların büyük çoğunluğu işlem sırasında minimal ağrı bildirmiştir. Hastaların tamamı kısa süre içerisinde günlük aktivitelerine geri dönebilmiştir. Üç aylık takip süresi sonunda tüm hastalarda semptomların tamamen ortadan kalktığı ve bu süre içerisinde nüks gelişmediği gözlenmiştir. Ayrıca tırnak plağı ve tırnak yatağının korunması sayesinde kozmetik açıdan tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir. Sonuç: Omega orthonyxie tekniği, tekrarlayan tırnak batmasının tedavisinde etkili ve güvenli bir minimal invaziv tedavi seçeneği olarak değerlendirilebilir. Tırnak anatomisini koruması, hızlı iyileşme sağlaması ve nüks riskini azaltma potansiyeli nedeniyle klinik uygulamada umut verici bir yöntemdir. Daha geniş örneklemli ve uzun takip süreli çalışmalar ile yöntemin etkinliğinin daha kapsamlı değerlendirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Tırnak Batması, Ortoniksi, Minimal İnvaziv Tedavi, Podiatri

Giriş

Tırnak batması (onikoskriptosis), tırnak plağının çevresindeki periungual yumuşak dokulara penetrasyonu ile karakterize edilen, ağrı, inflamasyon ve enfeksiyona yol açabilen yaygın bir ayak sağlığı problemidir [1]. Bu durum özellikle adolesanlar ve genç erişkinlerde sık görülmekte olup bireylerin günlük aktivitelerini ve yaşam kalitesini önemli ölçüde etkileyebilmektedir [2].

Tırnak batmasının tedavisinde konservatif yöntemler, parsiyel veya total tırnak avulsiyonu ve matriksektomi gibi çeşitli cerrahi yaklaşımlar kullanılmaktadır. Ancak bu yöntemlere rağmen nüks önemli bir klinik sorun olmaya devam etmektedir [3,4]. Ayrıca geleneksel cerrahi girişimler çoğu zaman uzun iyileşme süresi, postoperatif ağrı ve tırnak deformitesi gibi dezavantajlarla ilişkilidir [5].

Ortoniksi teknikleri, tırnak ünitesini koruyarak anormal tırnak büyüme paternlerini düzeltmeyi amaçlayan tedavi yaklaşımlarıdır. Bu yöntemler arasında yer alan omega orthonyxie tekniği, batık olan tırnak bölümleri minimal invaziv tekniklerle alındıktan sonra, tırnak plağı üzerine uygulanan tırnak teli ile tırnak batmasını tedavi eden bir yöntemdir. Bu teknik, tırnak plağını çıkarmadan ve tırnak yatağını koruyarak tırnak batmasının altta yatan mekanik nedenlerini ortadan kaldırmayı hedefler.

Bu çalışmanın amacı, tekrarlayan tırnak batması olan hastalarda omega orthonyxie tekniğinin klinik sonuçlarını değerlendirmektir.

Yöntem

Çalışma Tasarımı

Bu çalışma, tekrarlayan tırnak batması bulunan hastalarda omega orthonyxie tekniğinin klinik sonuçlarını değerlendirmek amacıyla gerçekleştirilen bir olgu serisi çalışması olarak planlanmıştır.

Hastalar

Çalışmaya şiddetli ve tekrarlayan tırnak batması tanısı almış toplam 10 hasta dahil edilmiştir. Tüm hastalarda daha önce konservatif tedaviler veya cerrahi girişimler uygulanmış olup, bazı hastalarda total tırnak avulsiyonu gibi cerrahi işlemlere rağmen nüks geliştiği belirlenmiştir.

Uygulanan Prosedür

Orthonyxie prosedürü minimal invaziv bir teknik kullanılarak uygulanmıştır. Bu yöntemler arasında yer alan omega orthonyxie tekniği, batık olan tırnak bölümleri minimal invaziv tekniklerle alındıktan sonra, tırnak plağı üzerine uygulanan tırnak teli ile tırnak batmasını tedavi eden bir yöntemdir. Bu teknik, tırnak plağını çıkarmadan, tırnak yatağını ve çevre dokuları koruyarak tırnak batmasının altta yatan mekanik nedenlerini ortadan kaldırmayı hedefler.

Değerlendirme Kriterleri

Hastalar işlem sonrasında aşağıdaki parametreler açısından değerlendirilmiştir:

- ağrı düzeyi
- iyileşme süresi
- günlük aktivitelere dönüş süresi
- tırnak batmasının tekrarlama durumu

Hastalar işlem sonrası üç ay boyunca klinik olarak takip edilmiştir.

Bulgular

Çalışmaya dahil edilen tüm hastalar prosedürü iyi tolere etmiş ve komplikasyon gözlenmemiştir. Hastaların büyük çoğunluğu işlem esnasında minimal ağrı bildirmiştir. Hastaların hepsi işlem sonrası normal günlük aktivitelerine geri dönebilmiştir. Kontrol muayenelerinde klinik iyileşmenin progresif olarak arttığı gözlenmiştir.

Üç aylık takip süresi sonunda tüm hastalarda semptomların tamamen ortadan kalktığı ve bu süre içerisinde nüks gelişmediği belirlenmiştir. Ayrıca tırnak plağı ve tırnak yatağının korunması sayesinde kozmetik açıdan tatmin edici sonuçlar elde edilmiş ve belirgin bir tırnak deformitesi görülmemiştir.

1.Vaka



2.Vaka



3.Vaka



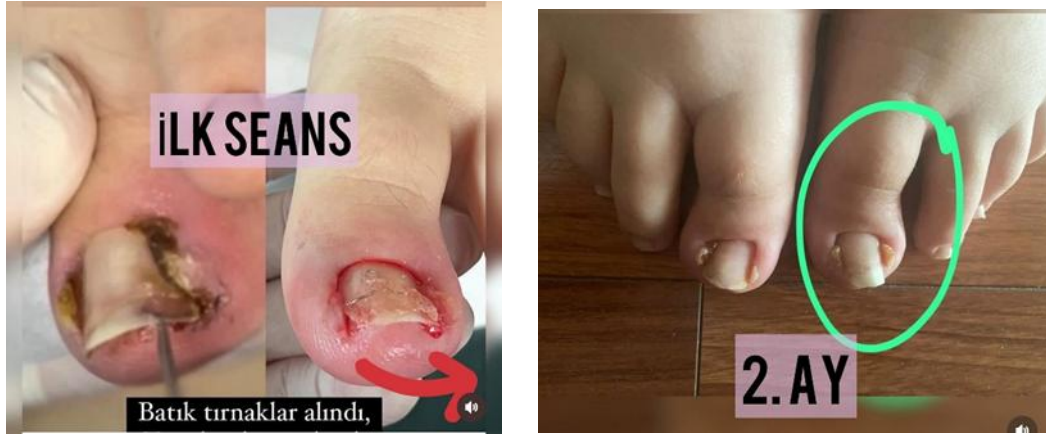
4.Vaka



5. Vaka



6.Vaka



269

Tartışma

Tekrarlayan tırnak batması hem hastalar hem de klinisyenler için yönetimi zor bir klinik durumdur. Total tırnak avulsiyonu ve parsiyel matriksektomi gibi geleneksel cerrahi yöntemler semptomların geçici olarak ortadan kaldırılmasını sağlayabilse de çoğu zaman tırnak büyümesinin altında yatan nedenlerini ortadan kaldırmaz ve bu nedenle nüks sıklıkla görülür [3].

Son yıllarda minimal invaziv podiyatrik yaklaşımlar, tırnak patolojilerinin tedavisinde giderek daha fazla önem kazanmaktadır [5]. Omega orthonyxie tekniği, tırnak matriksini hedefleyerek tırnak büyüme yönünü değiştirmeyi amaçlayan bir yöntemdir ve tırnak plağının korunması sayesinde hem fonksiyonel hem de kozmetik avantajlar sunmaktadır.

Bu çalışmada elde edilen sonuçlar, omega orthonyxie tekniğinin tekrarlayan tırnak batması tedavisinde etkili bir seçenek olabileceğini göstermektedir.

Kaynaklar

- 1.Heidelbaugh JJ, Lee H. Management of the ingrown toenail. **Am Fam Physician.** 2009;79(4):303–308.
- 2.Martínez-Nova A, Sánchez-Rodríguez R, Alonso-Peña D. A new onychocryptosis classification and treatment plan. **J Am Podiatr Med Assoc.** 2007;97(5):389–393.
- 3.Rounding C, Bloomfield S. Surgical treatments for ingrowing toenails. **Cochrane Database Syst Rev.** 2005.
- 4.Eekhof JAH, Van Wijk B, Knuistingh Neven A, Van der Wouden JC. Interventions for ingrowing toenails. **Cochrane Database Syst Rev.** 2012.
- 5.Haneke E. Controversies in the treatment of ingrown nails. **Clin Dermatol.** 2017;35(5):522–527.

Presentation ID / Sunum No= 192

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0009-0005-1720-5808

Klinik Karar Destek Sistemlerinin Hemşirelik Bakımında Kullanımı

Y.L. Öğrencisi Mehtap Dal¹, Dr. Öğr. Üyesi Özge İşeri¹

¹Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, mehtapp.dal@gmail.com

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Cerrahi Hastalıkları Hemşireliği Ana Bilim Dalı, ozgepekiniseri@gmail.com

Özet

Klinik karar destek sistemleri (KKDS), hemşirelere veya diğer sağlık profesyonellerine alacağı kararlarda destek sağlayarak hasta bakım kalitesinin artmasına yardımcı olan dijital programlardır. Bir başka ifadeyle, hasta verilerinin analiziyle tanı, tedavi ve bakımda sağlık profesyonellerine klinik kararlarda destek sağlayan sistemlerdir. KKDS, veri kaynakları, kanıta dayalı rehberler ve kılavuzlar, kurumun prosedür ve protokolleri, bilimsel literatür gibi kaynaklarla şekillenen bilgi sistemleridir. Bu sistemlerin bakım standartlarının uygulanmasına katkı sağlama, tıbbi hataları azaltma veya önleme, hasta güvenliğini sağlama, zaman yönetimini iyileştirerek iş yükünü azaltma ve iş kolaylığı sağlama gibi avantajları bulunmaktadır. Tüm bu avantajlarına rağmen bu sistemlerin dezavantajları da bulunmaktadır. Karar destek sistemlerinin kullanımı eleştirel olarak düşünmeyi azaltabilmekte ve sisteme bağımlılığı artırabilmektedir. Ayrıca standartların veya prosedürlerin her hastaya aynı şekilde uygulanmasına neden olabilmektedir. Bu durum her hastanın bakım ve tedavisinin bireyin gereksinimlerine özgü planlanması ve uygulanmasını engellemektedir. Ayrıca sistemde kullanılan veri kaynaklarının doğru, tam ve güncel olduğundan emin olunmalıdır. Güncel olmayan veriler bakımın yanlış planlanmasına, dolayısıyla alınacak olan klinik kararın yanlış olmasına yol açmaktadır. Sistemsel arızalar ve erişim sorunları da KKDS'nin kullanılmasına engel olabilecek bir diğer etkidir. Bunlara ek olarak KKDS kullanacak olan kişilerin yetersiz bilgi düzeyine sahip olması bu sistemlerin kullanılmasını zorlaştırabilmekte veya engelleyebilmektedir. Dezavantaj oluşturan bu durumlar gerekli uygulamalarla kontrol altına alınabilmektedir. Bu nedenle KKDS'nin kliniklerde kullanımının yaygınlaştırılmasının kaliteli bakımı arttırmak için önemli olduğu düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bakım, Hemşirelik, Klinik Karar, Destek Sistemleri

The Use of Clinical Decision Support Systems in Nursing Care

Abstract

Clinical decision support systems (CDSS) are digital programmes that improve the quality of patient care by assisting nurses and other healthcare professionals in making decisions. In other words, they support healthcare professionals in making clinical decisions regarding diagnosis, treatment and care by

analysing patient data. CDSSs are information systems informed by sources such as data, evidence-based guidelines and manuals, institutional procedures and protocols, and scientific literature. The advantages of these systems include contributing to the application of care standards, reducing or preventing medical errors, ensuring patient safety, improving time management, reducing workload and facilitating work. Despite all these advantages, these systems also have disadvantages. Using decision support systems can reduce critical thinking and increase dependence on the system. They can also lead to standards or procedures being applied in the same way to every patient. This prevents care and treatment plans being made and implemented that are specific to the individual needs of each patient. Furthermore, it is essential to ensure that the data sources used in the system are accurate, complete and up to date. Outdated data leads to incorrect care planning and, consequently, incorrect clinical decisions. System malfunctions and access problems can also hinder the use of KKDS (Knowledge-Based Decision Support Systems). In addition, insufficient knowledge among users can make it difficult or impossible to use these systems effectively. These disadvantages can be mitigated by using the appropriate applications. Therefore, increasing the use of KKDS in clinics is considered important for improving the quality of care.

Keywords: Care, Nursing, Clinical Decision Support Systems

Giriş

Klinik karar destek sistemleri (KKDS), tüm sağlık çalışanlarına hastanın bakım ve tedavisine yönelik alınacak olan kararlara ait bilgileri güncel kanıta dayalı rehberler ve bilimsel bilgiler kullanarak karar verme sürecinde destek sağlayan sistemlerdir.¹ Bu sistemler hastanın mevcut sağlık durumuna yönelik destek kararını oluşturmak amacıyla birden çok veriyi kullanmaktadır.² Hastanın tanımlanması, hastalığın bakım ve tedavisinin yönetilmesi, ilaçların doğru ve güvenli yönetimi, alarm sistemleri gibi birçok konu KKDS'nin kapsamını oluşturmaktadır.²

KKDS'ler sağlık profesyonellerinin bilgi ve tecrübeleri sayesinde ulaşılmış oldukları verilerden çıkarımlar yaparak etkin klinik kararlar almalarına yardımcı olmaktadır.² Sağlık gibi karmaşık süreçlerin, hızlı karar alma ve hızlı müdahalelerin etkili olduğu bir alanda alınan kararların doğru olması büyük önem taşır.¹ KKDS'ler böylesi durumlarla ilgili alternatifleri hızlı bir şekilde sunar, alınacak klinik kararın en kısa sürede ve doğru şekilde alınmasına katkı sağlar ve dolayısıyla hasta bakım kalitesinin artmasına yardımcı olur.¹ Ayrıca KKDS'lerin sunduğu bakım kılavuzları, klinik rehberler ve kanıta dayalı öneriler disiplinlerarası etkileşimin artmasına da olumlu katkı sunarak tıbbi hataların azaltılmasını veya önlenmesini sağlar. Bununla beraber, kanıt ve uygulama arasında var olan boşluğu kapatmada etkili rol oynar.² Gözübüyük ve Bulut'a (2024) göre de geliştirilebilir müdahaleleri destekleyen KKDS'ler benzer şekilde karar alma etkinliğini artırarak tıbbi hataları azaltmaktadır.³ Ayrıca KKDS'lerin maliyet kontrolünü sağlaması, zaman tasarrufu yaratması ve karar alma sürecinde kanıta dayalı karar almayı sağlaması diğer avantajlarıdır.³ Bu katkılarının yanı sıra KKDS'lerin bakım maliyetlerini azaltması, klinik rehber ve kılavuzların uygulamaya entegre edilmesi gibi faydaları da bulunmaktadır.¹

KKDS'ler her ne kadar birçok kolaylık sunup hasta sonuçlarının olumlu olmasına katkı sağlasa da uygulanmasında bazı zorlukları vardır.^{3,4} KKDS'lere girilen verilerin güncel veya doğru olmaması, sistemin karmaşıklığı, sağlık profesyonellerinin sistemin kullanımıyla ilgili yetersiz bilgiye sahip olması, teknik yetersizlikler, klinik kararlarda sisteme tam bağlılık olması gibi durumlar dezavantajlar olarak değerlendirilmektedir.¹ Sisteme yanlış veri girişlerinin yapılması, alarm yorgunlukları, standart bakımın benimsenerek kişiye özgü bakımın planlanmaması, teknolojiye bağlılık oluşturarak kişinin kendi karar verme süreçlerini azaltması, güncel bilgilerin kullanılmaması nedeniyle yanlış klinik öneri ve kararların ortaya çıkması gibi durumlar da KKDS'nin diğer dezavantajları arasındadır.² Chen ve arkadaşlarına (2023) göre eğitim seviyesi bu sistemlerin kullanımında zorluk yaşanmasına neden olabilecek önemli bir unsurdur.⁴ Çünkü yetersiz eğitim düzeyinin, KKDS'lerin nasıl kullanılabileceği ve klinik uygulamalara nasıl entegre edilebileceği konusunda bilgi açığına neden olduğu, bu durumda sistemlerin kullanımını zorlaştırabildiğini göstermektedir. Veri gizliliği sorunları, sistem altyapısının yetersiz olması gibi teknik sorunlar da uygulamayı zorlaştıran diğer

faktörlerdir. Bu nedenle KKDS'lerin kullanılacak olan birime iyi bir şekilde entegrasyonun sağlanması ve o birim çalışanlarının KKDS'lere uyum göstermesi oldukça önemlidir.⁴ Chen ve arkadaşları (2023) da çalışmalarında benzer şekilde KKDS'lerin uygulamada kullanımında kültürel farklılıklar, eğitim düzeyi ve veri gizliliği yetersizliği ile altyapı eksiklikleri gibi sorunlara değinmiştir. Bu da sistemin sadece teknoloji ile sınırlı olmadığını, sistem entegrasyonu için kapsamlı bir planlama sürecinin gerektirdiğini yansıtmaktadır. Kurumun gereksinimlerinin belirlenmesi, uygun KKDS'nin seçilmesi ve kullanılması, sistemleri kullanacak kişilerin yeterli bilgi sahibi olması için eğitimlerin planlanması, sistemin yapılandırılması ve veri girişlerinin ve verilerin kullanımının doğruluğunun denetlenmesi gibi birçok konu planlı sistem entegrasyonunun adımlarını oluşturmaktadır.¹ Mevcut olarak kullanılan sistemin gelişen teknolojik gelişmelerle beraber güncellenmesi ve yenilenmesi, hatta gerekiyorsa sistemsel değişikliklerin yapılması önemli girişimlerdir.

KKDS'nin mesleki kimlik üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılan bir araştırmada; bu sistemi kullanan kişiler arasında mesleki kimliğe yönelik iki farklı tutum gözlemlenmiştir.² Bir grup KKDS kullanımını kendilerine yardımcı ve iş kolaylığı sağlayan sistem olarak görürken, bir grup da mesleki otoritelerine, mesleki tecrübelerine bu sistemlerin zarar verdiğini düşünmektedir. Bu durum KKDS'lerin uygulamaya entegre edilmesinde farklılıklar ortaya çıkarabilmektedir.² Ayrıca sistem kullanımına bağlılık, kılavuz, öneri ve uygulamaların standartlaştırılması gibi durumların, hasta-sağlık profesyoneli ilişkisinin azalmasına neden olduğuna dair görüşler de bildirilmiştir.² Var olan farklı düşünce yapılarının olması, multidisipliner şekilde çalışmayı gerektiren sağlık alanında KKDS'lerin kabulünü ve entegrasyonunu zorlaştırabilmektedir. Dolayısıyla KKDS'lerin kliniklerde yaygın olarak kullanımı olumsuz etkilenmektedir.² Ancak Gözübüyük ve Bulut'a (2024) göre; KKDS'lerin sağlık sistemindeki rolü ve önemi gün geçtikçe artmaktadır. Klinik kararlara bu sistemin entegre edilmesiyle hasta sonuçlarının iyi olması, bakımın da kalite ve verimliliğinin artması gibi durumlar gözlemlenmekte bu da sisteme olan güveni artırıp dolaylı olarak KKDS kullanımını yaygınlaştırmaktadır.³ Ayrıca bu sistemlerin standart formda olmayıp sürekli geliştirilebilir olması, gereksinimlere göre şekillendirilebilen esnek yapısının olması uygulamaların etkinliğini artırmaktadır.³ Bunun aksine Bulut (2025) çalışmasında karar destek sistemlerinin entegrasyonunda bazı sınırlılıkların olduğunu belirtmektedir.⁵ Bu sistemler özellikle veri güvenliği ve hasta mahremiyeti konusunda risk oluşturmaktadır. Bu riske karşı ise kişisel verilerin korunması ve veri güvenliğinin sağlanması amacıyla hukuki ve etik düzenlemelerin yapılması gerektiği ifade edilmektedir.⁵ Ancak yapılan düzenlemelerle sistem entegrasyonunun daha kolay olabileceği vurgulanmaktadır.⁵ Sistem entegrasyonunun bir diğer sınırlılığı ise sağlık profesyonellerinin bu sistemlerin kullanımına adaptasyonu, uyum yetenekleri ve mesleki tecrübeleridir. Yapılan araştırmalarda yapay zeka destekli sistemlerin kullanılması için gerekli eğitim ve teknik altyapının yeterli olmadığı görülmektedir.⁶ Aynı zamanda yapay zekâ destekli sistemlerin maliyetlerinin yüksek olması da uygulanabilirlik açısından sınırlılığa neden olmaktadır.⁶ Bulut'a (2025) göre sistem entegrasyonunda teknolojik gelişmeler tek başına rol oynamamaktadır. Multidisipliner bir ekip yaklaşımı gerekmektedir.⁵ Hamari ve arkadaşları (2023), birinci basamak sağlık hizmetlerinde çalışmakta olan hemşirelerle yürüttüğü çalışmada; KKDS'lerin hemşirelerin hasta ile ilgili vereceği klinik kararlarda karar verme süreçlerini desteklediği, kanıta dayalı bakım uygulamalarının hasta bakımında kullanılmasını teşvik ettiği görülmektedir.⁷ Ancak bu sistemlerin devamlılığının sağlanması açısından sürdürülebilirlik ve teknolojik gelişmelerin takip edilmesi gerektiği de ifade edilmektedir.⁷

KKDS'lerin ameliyathanede kullanımı özellikle tavsiye edilmektedir.⁷ Yapılan bir çalışmada da KKDS'lerin gelişebilecek komplikasyonları azalttığı, mortaliteyi, morbitideyi, uzun yatış süresini ve maliyet artışını önlediği bildirilmektedir.⁸ Ayrıca ameliyathanede kullanılacak olan bu sistemlerin yüksek doğruluk payı, hızlı karar sağlama, iş akışıyla uyum gibi avantajları sunması gerektiği de vurgulanmaktadır.⁸ Farklı bir çalışmada da KKDS'lerin hemşirelik bakımında karar verme süreçleri ve hasta üzerindeki etkilerinin neler olduğunu değerlendirmiştir ve çalışma sonucunda hemşirelerin zihinsel yorgunluk düzeyinin artmasının karar verme becerisini azalttığı görülmüştür.⁹ Dinamik olan karar verme sürecinin doğru şekilde yürütülmesinde KKDS kullanımının önemli bir rol oynadığı belirtilmektedir. Bu nedenle hemşirelerin zihinsel yorgunluk yaşadıkları zamanlarda aldıkları kararların doğru ve uygulanabilir olması için, KKDS gibi yardımcı bir sistemin kullanılması önerilmektedir.⁹

Sistem entegrasyonunun bir diğer sınırlılığı ise sağlık profesyonellerinin bu sistemlerin kullanımına adaptasyonu, uyum yetenekleri ve mesleki tecrübeleridir. Yapılan araştırmalarda yapay zekâ destekli sistemlerin kullanılması için gerekli eğitim ve teknik altyapının yeterli olmadığı görülmektedir.¹⁰ Aynı zamanda yapay zekâ destekli sistemlerin maliyetlerinin yüksek olması da uygulanabilirlik açısından sınırlılığa neden olan önemli bir faktördür.¹⁰ Özçelik ve Saribekiroğlu (2025) yaptıkları çalışmada yapay zekâ tabanlı KKDS'lerin entegrasyonunu sağlamak için sosyo-teknik modelini önermektedir. Başarılı entegrasyon; doğru ve erken tanılama, kişiye özgü tedavi ve bakım planlaması, mesleki verimlilik, düşük hasta maliyeti, iş akışının optimize edilmesi gibi olumlu sonuçların oluşmasını sağlamaktadır.⁶ Entegrasyonu etkileyen diğer faktörler arasında teknik altyapı, sağlık profesyonellerinin uyumu, kurumun prosedürleri ve yasal düzenlemeleri yer almaktadır. Yapay zekâ destekli KKDS'lerinin kullanımı tanısal hatalarda azalma, hastaya özgü kişiselleştirilmiş tedavi ve bakım uygulanması, erken tanı tespiti, maliyet düşüşü, hasta bakım kalitesinin artması gibi durumlara zemin hazırlamaktadır.⁶

Sonuç ve Öneriler

KKDS, hasta güvenliğini sağlama, bakım kalitesini artırma ve standartlaştırma, kanıta dayalı hemşirelik uygulamalarını geliştirme açısından önemli katkılar sunmaktadır. Bakımın temelini oluşturan hemşirelerin bu sistemler sayesinde güncel klinik rehberler ve kılavuzları kullanarak kanıta dayalı bakım uygulamalarını gerçekleştirmesi iyi hasta sonuçları açısından önem taşımaktadır. Sağlık profesyonellerinin KKDS'leri tamamen bir karar verici sistem olarak değil, destekleyici ve tamamlayıcı bir araç olarak kullanması gerekmektedir. Burada sağlık profesyonellerinin KKDS'leri mesleki otonomilerine ve mesleki tecrübelerine zarar veren bir araç olarak görmeleri yerine bu sistemlerin mesleki kimliği kısıtlayan değil, destekleyen ve geliştiren bir araç olarak görülmesi sağlanmalıdır. Bu sınırlılıkların yanı sıra görülebilecek olan teknik sorunların, sağlık profesyonellerinin bilgi eksikliği, kurumun yetersiz eğitim programları gibi diğer sınırlılıkların da tespit edilmesi önem taşımaktadır. Ayrıca bu sistemlerin klinik kararlarda hemşirelik bakımında kullanılmasının hastanın klinik sonuçlarına etkisini uzun vadede inceleyen çalışmalara gereksinim vardır.

Kaynakça

1. Çiriş Yıldız, C., Başbüyük, M., & Yıldırım, D. (2020). Klinik karar destek sistemlerinin hemşirelikte kullanımı. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 8(2), 483–495. <https://doi.org/10.33715/inonusaglik.743296>
2. Ackerhans, S., Huynh, T., Kaiser, C., & Schultz, C. (2024). Exploring the role of professional identity in the implementation of clinical decision support systems—A narrative review. *Implementation Science*, 19(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s13012-024-01324-1>
3. Gözübüyük, O., & Bulut, A. (2024). Klinik karar destek sistemleri için sağlık sistemleri kullanılabilirlik ölçeği Türkçe formunun psikometrik özellikleri: Geçerlik ve güvenilirlik çalışması. *Hacettepe Sağlık İdaresi Dergisi*, 27(4), 577–592.
4. Chen, Z., Liang, N., Zhang, H., et al. (2023). Harnessing the power of clinical decision support systems: Challenges and opportunities. *Open Heart*, 10(2), e002432. <https://doi.org/10.1136/openhrt-2023-002432>
5. Bulut, C. (2025). Sağlık kurumlarında yapay zekâ destekli karar destek sistemlerinin kullanımı. *Uluslararası Sağlık Yönetimi ve Stratejileri Araştırma Dergisi*, 11(1), 27–37.
6. Özçelik, S., & Saribekiroğlu, M. (2025). Türkiye sağlık sisteminde yapay zekâ tabanlı klinik karar destek sistemlerinin entegrasyonu için bir sosyo-teknik çerçeve modeli. *Uluslararası Toplumsal Bilimler Dergisi*, 9(2), 271–294.
7. Hamari, L., Parisod, H., Siltanen, H., Heikkilä, K., Kortteisto, T., Kunnamo, I., Pukkila, H., & Holopainen, A. (2023). Clinical decision support in promoting evidence-based nursing in primary healthcare: A cross-sectional study in Finland. *JBHI Evidence Implementation*, 21(3),

294–300. <https://doi.org/10.1097/XEB.0000000000000375>

8. Protserov, S., Hunter, J., Zhang, H., et al. (2024). Development, deployment and scaling of operating room-ready artificial intelligence for real-time surgical decision support. *NPJ Digital Medicine*, 7(1), 231. <https://doi.org/10.1038/s41746-024-01225-2>
9. Güven, B., & İbrahimoglu, Ö. (2023). Ameliyathane hemşireliklerinde zihinsel yorgunluk ile klinik karar verme arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Sağlık Bilimleri Üniversitesi Hemşirelik Dergisi*, 5(3), 237–244. <https://doi.org/10.48071/sbuhemsirelik.1330883>
10. Amini Rarani, S. (2025). Smart technologies and digital innovations for improving perioperative patient safety: A review. *Patient Safety in Surgery*, 19(1), 31. <https://doi.org/10.1186/s13037-025-00454-y>

Presentation ID / Sunum No= 3

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-7290-6798

Medial Menisküs Yırtığı Nedeniyle Ameliyat Olan Hastalarda Sigara İçmenin İyileşme Üzerine Etkisi

275

Assoc. Prof. Dr. Şeyhmus Yiğit¹

¹Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi

Özet

Amaç: Sigara içmenin menisküs yırtığı ameliyatı sonrası klinik sonuçlar üzerindeki ilişkisi incelemek. **Yöntemler:** 1 Ocak 2020 ve 1 Ocak 2024 yılları arasında diz eklemi artroskopisi geçiren, izole, travmatik medial menisküs yırtığı olan ardışık 150 hastayı içermiştir. Her vakada medial menisküsün artroskopik onarımı yapılmıştır. Hasta dosyalarında sigara kullanıp kullanmadığı veriler toplandı. Tüm hastalar 4 hafta boyunca tek tip bir ameliyat sonrası rehabilitasyon protokolü izlemiştir. Takip muayenesi, ameliyat sonrası 3. ve 6. aylardaki fonksiyonel skorlara dayanmıştır. **Bulgular:** Takip muayenesi, ameliyat sonrası 3 ve 6. aylardaki fonksiyonel skorlara dayanmıştır. Sigara içme durumuna göre 51 sigara içen ve 99 sigara içmeyen hasta bulunmaktadır. Günde içilen ortalama sigara sayısı 18, ortalama sigara içme süresi 12,49 yıl idi. Günde içilen sigara sayısı ve sigara içme süresi ile fonksiyonel sonuçlar arasında bir korelasyon bulunmadı. Ek olarak, sigara içmenin menisküs ameliyatı üzerindeki olumsuz etkisi saptamadık. **Sonuçlar:** Çalışmamızda, medial menisküs yırtığını onarımı sonrasında sigara içme indeksleri ile fonksiyonel sonuçlar arasında bir ilişki bulamadık. Bunun sebebinin çalışmamızdaki hastaların yaş ortalamasının düşük olmasına bağlıyoruz. Kronik medial menisküs yırtığının sekonder gelişen dejeneratif değişikliklere bağlı olarak yetersiz kan akışı nedeniyle sigaraya dirençli olabilir. **Anahtar kelimeler:** menisküs , sigara içme , içten dikiş , menisküs yırtığı ,menisküs onarımı , diz , artroskopi

Anahtar Kelimeler: Menisküs , sigara İçme , içten Dikiş , menisküs Yırtığı ,menisküs Onarımı , diz , artroskopi

The Effect of Smoking On Healing in Patients Undergoing Surgery for Medial Meniscus Tears

Abstract

Objective: To examine the relationship between smoking and clinical outcomes after meniscus tear surgery. **Methods:** The study included 150 consecutive patients with isolated, traumatic medial meniscus tears who underwent knee arthroscopy between January 1, 2020, and January 1, 2024. Arthroscopic repair of the medial meniscus was performed in each case. Data on smoking status were collected from patient files. All patients followed a uniform postoperative rehabilitation protocol for 4 weeks. Follow-up examination was based on functional scores at 3 and 6 months postoperatively. **Results:** Follow-up

examination was based on functional scores at 3 and 6 months postoperatively. There were 51 smokers and 99 non-smokers. The average number of cigarettes smoked per day was 18, and the average smoking duration was 12.49 years. No correlation was found between the number of cigarettes smoked per day and the duration of smoking and functional outcomes. Additionally, we did not detect any negative impact of smoking on meniscus surgery. Conclusion: In our study, we found no relationship between smoking indices and functional outcomes after medial meniscus tear repair. We attribute this to the low average age of the patients in our study. Chronic medial meniscus tears may be resistant to smoking due to insufficient blood flow resulting from degenerative changes.

Keywords: Meniscus, Smoking, Internal Suture, Meniscus Tear, Meniscus Repair, Knee, Arthroscopy

Giriş

Menisküsler, diz ekleminde uyumu artırır, hareket sırasında yük taşır ve kıkırdakları koruduğu için osteoartrit gelişmesini engeller(1). Günümüzde menisküs tamir ameliyatlarının önemini gösteren literatürde bir çok yazı bulunmaktadır. Ameliyat sonrası dizin fonksiyonunu korumada ameliyat sonrası kalan menisküsün boyutu ve yapısının önemi gösterilmiştir(2). Meniskektomini dizde fonksiyon bozukluğuna ve osteoartrite neden olur(2).

Dizde en sık görülen yaralanma menisküs yaralanmalarıdır(1). %10'la %18 oranında arasındadır(1). Sebepleri hala tam net değildir. Eklem hareketi sırasında menisküste görülen gerilim, sıkıştırma ve kayma hareketi sonucu oluşabilir(3). Sigara içmenin bir çok ortopedik cerrahide önemli bir olumsuz etkisi vardır(4). Doku kanlanmasını azaltır ve kondrosit metabolizması üzerindeki olumsuz etkisi vardır. Daha önceki çalışmalarda sigara içmenin menisküs ameliyatı sonrası olumsuz etkileri olduğunu gösteren çalışmalar olsa da etkilemediğini gösteren çalışmalar da vardır(5,6).

Sigara içmek ile medial menisküs onarımında fonksiyonel sonuçlar açısından bir olumsuz faktör olabilir. Bu çalışmanın amacı, medial medial menisküs onarımı sonrası fonksiyonel sonuçlar üzerindeki sigara içmenin etkisini incelemektir.

Malzemeler ve Yöntemler

1 Ocak 2020 ve 1 Ocak 2024 yılları arasında diz eklemi artroskopisi olan, izole, travmatik medial menisküs yırtığı olan ardışık 150 hastayı içermiştir.

Hasta verileri tam olan ve 6.ayında fonksiyonel skorlaması olan hastalar çalışmaya dahil edildi. Menisküs yırtığına ek patolojisi olan, daha önce ameliyat öyküsü olan ve yüksek enerji nedeniyle oluşmuş yırtığı olan hastalar çalışmadan çıkarıldı.

Hastaların menisküs yırtık patenleri, yaş, cinsiyet, Lysholm diz skorlama sistemi (LKSS) ve Uluslararası Diz Dokümantasyon Komitesi (IKDC) skorları toplandı. Hastalara şimdiki ve geçmişteki sigara alışkanlıkları soruldu ve verileri toplandı. Hastaları sigara içenler (grup 1) ve içmeyenler(grup 2) diye 2 gruba ayırdık.

Tüm hastalar aynı cerrahi ekip tarafından artroskopik menisküs tamiri yapıldı. Tüm hastalara postoperatif 1 ayında kadar yük verilmedi. Ameliyatın 1. gününden itibaren eklem hareketine başlandı. Postoperatif 4 haftada hareket açıklığı kademeli olarak 90 derecenin üzerine çıkarıldı. 6. haftada fizik tedavi ünitesinde fonksiyonel rehabilitasyon başlandı. Kliniğimizde postoperatif tüm hastalar 2.,4.,6.,haftalarda, 3. ve 6. ayında kontrollere çağırılır.

Tüm hastalar çalışmaya katılmadan önce yazılı bilgilendirilmiş onam vermişlerdir. Çalışma, Helsinki Bildirgesi'ne uygun olarak yapıldı.

Bağımsız ve bağımlı verilerin istatistiksel karşılaştırması için sırasıyla Mann-Whitney U testi ve Wilcoxon testi kullanıldı. Tanımlayıcı özelliklerin karşılaştırılması için Ki-kare testi kullanıldı. Gruplar arasındaki tüm karşılaştırmalar ve istatistiksel analizler körleme yöntemiyle ve bağımsız bir araştırmacı

tarafından gerçekleştirildi. Tüm istatistiksel analizler için IBM SPSS Statistics 22 kullanıldı. p değeri $< 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Sonuçlar

Hastalarımızın yaş aralığı 18-51 (ortalama 34.47). Altmışaltı bayan hasta ve 84 hasta erkek idi. Grup 1 de 51 grup 2 de 99 hasta vardı. Grup 1 de ortalama menisküs yırtık süresi(ameliyat öncesi diz ağrısı) 8.2 ay içen grup 2 de 8.9 ay idi ($p:0.725$). Günde içilen ortalama sigara sayısı 18, ortalama sigara içme süresi 12,4 yıl idi. Hasta verileri tablo1 de

	Grup1	Grup 2	P değeri
Cinsiyet K/E	27/37	39/62	0.125
Yaş	33.21 yıl (19-51 yıl)	35.01 yıl(18-51)	0.619
Ameliyat önce diz ağrısı	8.2 ay	8.9 ay	0.725

277

Tablo 1: Hasta verileri

Tüm hastaların medial menisküsleri içten içe sütür yöntemi ile tamir edildi. Grup 1’de ortalama 2.1 adet, grup 2’de 2.2 adet sütür kullanıldı. Grup 1’de 20 ve grup 2’de 42 hastada kondral defekt görüldü. Kondral defektlerin hepsi intraoperatif mikrokırık yöntemi ile tedavi edildi. Hastaların postop 6. ay sonrası LKSS < 86 veya ≥ 86 , yine 6 ay sonrası IKDC < 84 veya ≥ 84 idi(tablo 2). Tüm hastalarda klinik ve fonksiyonel olarak iyileşme oldu.

	Grup 1	Grup 2	P değeri
Menisküs yırtığı			
Basit	17	44	08.21
Kompleks	34	45	
Sütür sayısı			
≤ 2	14	22	0.782
> 2	37	77	
LKSS 6.ay			
< 86	32	45	0.747
≥ 86	19	44	
IKDC 6. ay			
< 84	32	45	0.439
≥ 84	19	44	

Tablo 2: Hastaların fonksiyonel sonuçları

Takip sürecinde grup 2’de bir hasta hariç yeniden yırtılma gibi komplikasyonlar gözlemlenmedi. Hastada yeniden düşme sonucu yırtık olduğu saptandı.

Tartışma:

Menisküs yırtığının olduğu yerin vaskülarizasyon ve yırtığın morfolojik tipi, menisküs ameliyatının başarısı belirleyen en önemli etkidir(7). Menisküs, medial ve lateral genikulat arterlerden beslenir. Tüm menisküsün yalnızca periferik %10-25'i kırmızı-kırmızı bölge olarak adlandırılan kanlanan bölgedir(7). Üçte biri olan bölge kansız (beyaz) bölge difüzyon ile beslenir. Orta kırmızı-beyaz bölge her iki bölge özelliklerini gösterir. Eskiden menisküslerin yalnızca kırmızı-kırmızı bölgede dikilmesini tavsiye edilirdi, Barber-Westin ve ark. menisküsün hipovasküler bölgede de rejeneratif potansiyeine sahip olduğu ve kırmızı-beyaz bölgedeki menisküsler için %86'lık bir iyileşme oranına sahip olduğunu gösterdi(8).

Karbonmonoksit gibi bileşenler vaskülarizasyonu gelişmesini geciktirir, mikropenfüzyonu ve doku oksijenasyonu azaltır(9).Tütün dumanı kaynaklı bileşenlerin menisküsün fibrokartilajinöz dokusu üzerindeki etkisi net olarak bilinmemektedir. Snoeker ve ark. daha önce yaptığı çalışmada sigara içenlerde amaliyat sonrası menisküs fonksiyonel sonuçları arasında korelasyon bulmamıştır(5). Çalışmamızda, kronik medial menisküs yırtığının içten içe onarımı sonrasında sigara içme indeksleri ile fonksiyonel sonuçlar arasında anlamlı bir ilişki bulamadık. Dejeneratif menisküs yırtıklarda fizyolojik olarak vaskülarizasyon bozulmuştur. Bu nedenle duman etkisine dirençli olabilir.

Blackwhell ve ark .yaptığı orta vadeli takipli çalışmasında; primer menisküs onarımı yapılan sigara içen hastalarda içmeyenlere göre daha fazla oranda tekrardan yırtık saptamışlar(6). Ancak çalışmasında çoğu hastada eş zamanlı ACL ameliyatı da yapmıştır ve bu da sonuçları etkileyebilir. Ek olarak, sigara içen hastalarda olumsuz sonuçlar bulan çalışmalarda çoğunlukla eş zamanlı ek patolojilerle birlikte karmaşık diz eklemi yaralanmaları vardır(10,11). Bizim çalışmamızda izole medial menisküs yırtığı olan hastalar vardı.

Ayrıca, çalışmamızdaki sigara içenlerin nispeten düşük sigara içme indeksleri vardı. Bu da iyi sonuçlar elde etmeye katkı sunmuş olabilir. Diğer çalışmalardaki yazarlar yalnızca sigara içme durumuna odaklanmış ve bahsedilen indeksleri dikkate almamıştır(11).

Diz artroskopi cerrahisi yapılırken kıkırdaki lezyonlarının görülme sıklığı yaklaşık %60-70'tir. En sık medial menisküs yırtıkları ve ACL yırtıkları eşlik eder(12). Kıkırdak lezyonları muhtemelen ya travma anında ya da menisküs yırtığına sekonder olarak oluşmuş olmalıdır. Çalışmamızda bu oran %41.3 civarında idi. Bu oranı çalışmamızda genç hasta grubu olmasına bağlıyoruz. İlginç bir şekilde, bu yaralanmalar 40 yaşın altındaki hastalarda daha sık görülmüştür. Bu spor aktivitesi veya primer yaralanma mekanizması ile ilgili olabilir.

Cox ve ark. kıkırdak hasarının menisküs ameliyatından sonraki klinik sonuçlara olumsuz etki yaptığını saptamışlardır(10). Kıkırdak hasarı ne kadar büyükse, klinik sonuçların o kadar kötü olduğunu saptadılar. Webster ve ark., ACL rekonstrüksiyonunun revizyonu yapılan hastalarda kıkırdak ve menisküs yaralanması varsa fonksiyonel sonuçlar önemli ölçüde azalttığını saptadılar(13). Çalışmamızda, ameliyattan 6 ay sonra IKDC skoru ile kıkırdak lezyonları arasında negatif bir korelasyon tespit ettik. Uzun ve ark. yaş ile klinik sonuçlar arasında bir bağlantı direkt bağlantı saptamadılar. (11). Biz de 40 yaş üstü ve 40 yaş altı gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulamadık.

Çalışmamızda bazı sınırlamalar vardı. En temel sınırlama çalışmamızdaki hasta sayısının azlığı ve medial menisküs yırtıklarının morfolojik tiplerinin aynı olmasıdır. Daha büyük sayıda çalışma ile yeni çalışmalar gerekir. İkinci sınırlama, son takipte eklem kıkırdaki ve menisküsün durumunu tespiti için her hasta MRI çekimi yapılmadı. Düşük dereceli kıkırdak lezyonları fibrokartilajinöz doku ile

iyileşebilir. Bu da iyi klinik sonuçlara neden olabilir. Bir diğer kısıtlama takip süremizin kısa olmasıdır. Uzun süreli takiplerde tekrarlayan menisküs yırtıkları veya diz eklemindeki dejeneratif değişiklikler gibi yaralanmanın sonuçlarını gösterebilir. Takip süresi uzun olan çalışmalar gerekir.

Sonuçlar

Menisküs ameliyatının sonucu, menisküs yırtık bölgesinin vaskülarizasyon paterniyle doğrudan ilişkilidir. Çalışmamızda kronik medial menisküs yırtığının içten içe cerrahi onarımı sonrasında sigara içme ile fonksiyonel sonuçlar arasında bir ilişki olduğuna dair hiçbir kanıt saptamadık. Kronik medial menisküs yırtığına sekonder gelişen dejeneratif değişikliklere bağlı olarak yetersiz kan akışı nedeniyle sigaraya dirençli olabilir.

Kaynaklar

- 1.Adams, B.G.; Houston, M.N.; Cameron, K.L. The Epidemiology of Meniscus Injury. *Sport. Med. Arthrosc. Rev.* 2021, 29, e24–e33. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- 2Doral, M.N.; Bilge, O.; Huri, G.; Turhan, E.; Verdonk, R. Modern Treatment of Meniscal Tears. *Efort Open Rev.* 2018, 3, 260–268. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- 3.D'Ambrosi, R.; Meena, A.; Raj, A.; Ursino, N.; Mangiavini, L.; Herbort, M.; Fink, C. In Elite Athletes with Meniscal Injuries, Always Repair the Lateral, Think about the Medial! A Systematic Review. *Knee Surg. Sport. Traumatol. Arthrosc.* 2022. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- 4Ying, X.; Cheng, S.; Shen, Y.; Cheng, X.; Rompis, F.A.; Wang, W.; Lin, Z.; Chen, Q.; Zhang, W.; Kou, D.; et al. Nicotine Promotes Proliferation and Collagen Synthesis of Chondrocytes Isolated from Normal Human and Osteoarthritis Patients. *Mol. Cell. Biochem.* 2012, 359, 263–269. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- 5 Snoeker, B.A.M.; Bakker, E.W.P.; Kegel, C.A.T.; Lucas, C. Risk Factors for Meniscal Tears: A Systematic Review Including Meta-Analysis. *J. Orthop. Sport. Phys. Ther.* 2013, 43, 352–367. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- 6 Blackwell, R.; Schmitt, L.; Flanigan, D.C.; Magnussen, R.A. Smoking Increases the Risk of Early Meniscus Repair Failure. *Orthop. J. Sport. Med.* 2014, 2, 2325967114S0011. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- 7.Weber, J.; Koch, M.; Angele, P.; Zellner, J. The Role of Meniscal Repair for Prevention of Early Onset of Osteoarthritis. *J. Exp. Ortop.* 2018, 5, 10. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- 8.Barber-Westin, S.D.; Noyes, F.R. Clinical Healing Rates of Meniscus Repairs of Tears in the Central-Third (Red-White) Zone. *Arthrosc. J. Arthrosc. Relat. Surg.* 2014, 30, 134–146. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- 9.AL-Bashaireh, A.M.; Haddad, L.G.; Weaver, M.; Kelly, D.L.; Chengguo, X.; Yoon, S. The Effect of Tobacco Smoking on Musculoskeletal Health: A Systematic Review. *J. Environ. Public Health* 2018, 2018, 4184190. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]
- 10.Cox, C.L.; Huston, L.J.; Dunn, W.R.; Reinke, E.K.; Nwosu, S.K.; Parker, R.D.; Wright, R.W.; Kaeding, C.C.; Marx, R.G.; Amendola, A.; et al. Are Articular Cartilage Lesions and Meniscus Tears Predictive of IKDC, KOOS, and Marx Activity Level Outcomes After Anterior Cruciate Ligament Reconstruction?: A 6-Year Multicenter Cohort Study. *Am. J. Sport. Med.* 2014, 42, 1058–1067. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- 11.Uzun, E.; Misir, A.; Kizkapan, T.B.; Ozcamdalli, M.; Akkurt, S.; Guney, A. Factors Affecting the Outcomes of Arthroscopically Repaired Traumatic Vertical Longitudinal Medial Meniscal Tears. *Orthop. J. Sport. Med.* 2017, 5, 232596711771244. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
- 12.Laurendon, L.; Neri, T.; Farizon, F.; Philippot, R. Prognostic Factors for All-inside Meniscal Repair. A 87-Case Series. *Orthop. Traumatol. Surg. Res.* 2017, 103, 1017–1020. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)]

13. Webster, K.E.; Feller, J.A.; Kimp, A.; Devitt, B.M. Medial Meniscal and Chondral Pathology at the Time of Revision Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Results in Inferior Mid-Term Patient-Reported Outcomes. *Knee Surg. Sport. Traumatol. Arthrosc.* 2018, 26, 1059–1064. [[Google Scholar](#)] [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

Presentation ID / Sunum No= 4

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: /0000-0003-2736-2573

Antikoagülan Kullanan Atrial Fibrilasyonlu Bir Hastada Hematüri ve Cilt Nekrozu

281

Dr. Furkan Yıldız¹

¹furkanyildiz@windowslive.com; İzmir Şehir Hastanesi; Üroloji Bölümü; İzmir/Türkiye.

Abstract

Direct oral anticoagulants (DOACs) act through Factor Xa inhibition, significantly increasing the risk of hematuria in patients with atrial fibrillation (AF) compared to vitamin K antagonists due to their significant clearance through renal excretion. Warfarin inhibits protein C and S early, leading to skin ischemia or necrosis in the dermis or subcutaneous tissue. This is a case of an 86-year-old male patient presenting to our clinic with gross hematuria after Apixaban use. We started the patient on warfarin by the cardiologist, but shortly, the patient developed skin necrosis. Upon further review, a dual therapy of acetylsalicylic acid (aspirin) and clopidogrel. The patient's skin necrosis and urinary bleeding (hematuria) complaints improved. Therefore, despite the superior efficacy of DOACs in preventing stroke in AF patients contraindicated for warfarin, a dual therapy of aspirin and clopidogrel is a safer and equally effective alternative to prevent anticoagulant-therapy-induced hematuria and skin necrosis.

Keywords: Hematuria; Skin necrosis; Factor Xa inhibitors; Warfarin; Apixaban; Edoxaban; Aspirin; Clopidogrel

Özet

Doğrudan oral antikoagülanlar (DOAC'ler), Faktör Xa inhibisyonu yoluyla etki ederek, böbrek atılımı yoluyla önemli ölçüde temizlenmeleri nedeniyle, vitamin K antagonistlerine kıyasla atriyal fibrilasyonlu (AF) hastalarda hematüri riskini önemli ölçüde artırır. Warfarin, protein C ve S'yi erken inhibe ederek dermiste veya deri altı dokuda cilt iskemisine veya nekroza yol açar. Bu, Apixaban kullanımından sonra brüt hematüri ile kliniğimize başvuran 86 yaşında bir erkek hastanın vakasıdır. Hastaya kardiyolog tarafından warfarin tedavisine başlandı, ancak kısa süre sonra hastada cilt nekrozu gelişti. Daha detaylı inceleme sonucunda, asetilsalisilik asit (aspirin) ve klopidoğrel ikili tedavisi uygulandı. Hastanın cilt nekrozu ve idrar kanaması (hematüri) şikayetleri düzeldi. Bu nedenle, warfarin kullanımına kontrendike olan AF hastalarında inmeyi önlemede DOAC'ların üstün etkinliğine rağmen, aspirin ve klopidoğrel'in ikili tedavisi antikoagülan tedaviye bağlı hematüri ve cilt nekrozunu önlemede daha güvenli ve eşit derecede etkili bir alternatiftir.

Anahtar kelimeler: Hematüri; Cilt nekrozu; Faktör Xa inhibitörleri; Warfarin; Apiksaban; Edoksaban; Aspirin; Klopidoğrel

INTRODUCTION

Direct oral anticoagulants (DOACs) are the first-line guideline-directed medical treatment for venous thromboembolism (VTE) and the prevention of stroke and systemic embolism (SSE) in nonvalvular atrial fibrillation (NVAf) [1]. Although both DOACs such as apixaban and edoxaban, and Vitamin K antagonists (VKAs) are effective in stroke prevention in AF patients, DOACs are the first-line therapy in many international guidelines because of their ease of use, fewer drug interactions, and similar or better efficacy and safety profile than Warfarin [2]. However, in patients with urological malignancies, DOACs may increase the risk of hematuria (blood in urine) due to their partial renal excretion and their direct effect on the urinary system [3]. Here we report the management of side effects of anticoagulant use.

CASE REPORT

An 86-year-old patient with diabetes, hypertension and atrial fibrillation (AF) presented to our clinic with gross hematuria after apixaban use. Blood tests showed a “non-remarkable” hemogram result. Biochemical and hormone tests, PSA: 1.8, creatinine: 1.14, HbA1c: 6.2, CRP: 1.24, ASO: 20 indicates prediabetic and low-grade inflammation. Ultrasound ruled out urological malignancies, and cystoscopy revealed a normal bladder. Apixaban, a risk factor for bleeding in the urinary tract, including hematuria, was discontinued and replaced with warfarin. When the international normalized ratio (INR) was 2.2, within the normal therapeutic range, the patient developed skin necrosis (Figure 1). Blood tests showed Lupus anticoagulant: 58 (normal 0–44), Protein C Antigen: 67 (normal 72–160), and Protein S: 70 (normal 60–150) suggesting prothrombotic state (positive lupus anticoagulant and low Protein C, and borderline-low Protein, indicating warfarin-induced skin necrosis, especially early in treatment. Warfarin was discontinued and Enoxaparin was started. However, the patient consulted a cardiovascular surgeon and changed the medication to edoxaban. Acetylsalicylic acid and clopidogrel were also started, and ten days later, necrotic skin lesions had healed (Figure 2).



Figure 1: Areas of skin necrosis



Figure 2: Necrotic areas after treatment

DISCUSSION

Patients with urological malignancies under DOAC therapy, such as apixaban, rivaroxaban, dabigatran, or edoxaban, are at an elevated risk of bleeding in the urinary tract. Urological cancers erode blood vasculature or invade urinary tract tissues that are prone to bleeding, while DOACs impair natural coagulation, amplifying bleeding tendency [4]. Warfarin is eliminated from the body primarily through hepatic (liver) metabolism, and a smaller amount via renal (kidney) excretion, and therefore safer in kidney disease, but requires constant INR monitoring. In contrast, DOACs clearance occurs through both hepatic and renal excretion; therefore, convenient but risky if either the kidney or liver is impaired [5]. DOACs, especially dabigatran and edoxaban, are partially or significantly excreted unchanged in urine. As the drug passes through the kidneys, ureters, bladder, and urethra, it maintains its anticoagulant effect locally in the urinary tract, and even minor mucosal injury can lead to bleeding and hematuria [6]. Apixaban was discontinued, and Warfarin was started in the patient who had developed hematuria. However, studies have not demonstrated a clinically significant difference in hematuria risk between DOACs and warfarin. Although hematuria resolved after switching to warfarin, the patient developed skin necrosis in the feet.

Warfarin induces skin necrosis after short use due to its inhibitory effect on protein C and S production, increasing coagulability and thrombosis formation in capillaries and venules of dermis and subcutaneous tissue, leading to skin necrosis [7]. Some case reports recommend DOACs for patients with warfarin-induced skin necrosis. However, since the patient has had a history of apixaban-induced hematuria, enoxaparin was started. The patient switched to edoxaban at another facility, but due to persisting necrosis, returned to our clinic for further review. We discontinued DOAC therapy and initiated a dual therapy of aspirin and clopidogrel, which improved skin necrosis and hematuria. Despite evidence of apixaban's superior effect in preventing stroke in AF patients than aspirin when warfarin is contraindicated, in the present case, both apixaban and warfarin were unsuitable, and therefore, a combination of clopidogrel and aspirin was recommended [8]. The case indicates that a dual therapy of clopidogrel and aspirin is an appropriate combination for some AF patients who are contraindicated for new anticoagulants or need dual antiplatelet therapy for other indications.

CONCLUSION

Patients with atrial fibrillation undergoing anticoagulation therapy using warfarin or DOACs may develop hematuria or skin necrosis. In this case, both agents are unsuitable, and a dual antiplatelet therapy with aspirin and clopidogrel can be a safer and effective alternative. This case underscores the importance of personalized anticoagulation strategies in high-risk patients.

REFERENCES

1. Kearon C, Akl EA, Ornelas J, Blaivas A, Jimenez D, Bounameaux H, et al. Antithrombotic therapy for VTE disease: CHEST guideline and expert panel report. *Chest*. 2016;149(2):315–352.
2. Mosarla RC, Vaduganathan M, Qamar A, Moslehi J, Piazza G, Giugliano RP. Anticoagulation strategies in patients with cancer: JACC review topic of the week. *J Am Coll Cardiol*. 2019;73:1336-1349.
3. Derebail VK, Rheault MN, Kerlin BA. Role of direct oral anticoagulants in patients with kidney disease. *Kidney Int*. 2020;97:664-675.
4. Bhatt NR, Davis NF, Nolan WJ, Flynn RJ, McDermott T, Thomas AZ, et al. Incidence of visible hematuria among antithrombotic agents: a systematic review of over 175,000 patients. *Urology*. 2018;114:27-32.
5. Kakagia DD, Papanas N, Karadimas E, Polychronidis A. Warfarin-induced skin necrosis. *Ann Dermatol*. 2014;26:96–98.
6. Menon N, Sarode R, Zia A. Rivaroxaban dose adjustment using thrombin generation in severe congenital protein C deficiency and warfarin-induced skin necrosis. *Blood Adv*. 2018;2:142–145.
7. Connolly SJ, Eikelboom J, Joyner C, Diener HC, Hart R, Golitsyn S, et al; AVERROES Steering Committee and Investigators. Apixaban in patients with atrial fibrillation. *N Engl J Med*. 2011;364:806-17.
8. Connolly SJ, Eikelboom JW, Ng J, Hirsh J, Yusuf S, Pogue J, et al. Net clinical benefit of adding clopidogrel to aspirin therapy in patients with atrial fibrillation for whom vitamin K antagonists are unsuitable. *Ann Intern Med*. 2011;155(9):579-586.

Presentation ID / Sunum No= 28

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000000307372678

Osteochondroma of the Proximal Phalanx of the Thumb Causing Digital Nerve Irritation: A Rare Case Report

285

Exp. Dr. Çağlar Tuna Issı¹

¹Department of Orthopedics and Traumatology, Aksaray Training and Research Hospital, Aksaray, Türkiye

Abstract

Osteochondromas involving the phalanges are reported far less frequently compared with the metaphyseal regions of long bones, which represent the most common anatomical sites of these tumors [1,2]. Although osteochondromas of the hand and fingers are rare, their close anatomical proximity to the digital neurovascular structures may result in clinically significant symptoms [3]. In particular, the phalanges of the thumb are more susceptible to compressive symptoms caused by such lesions due to their functional importance and limited surrounding soft tissue envelope. In this report, we present a rare case of an osteochondroma arising from the proximal phalanx of the thumb. A 24-year-old male presented to our clinic with a progressively enlarging mass on the radial aspect of the left thumb, accompanied by hypoesthesia along the distribution of the radial digital nerve. There was no history of trauma or systemic disease. On physical examination, a firm and tender mass was palpable, and sensory examination revealed marked hypoesthesia in the radial digital nerve territory. Plain radiographs and magnetic resonance imaging demonstrated a well-defined, pedunculated osteochondral lesion originating from the radial cortex of the proximal phalanx of the thumb. Due to its symptomatic nature and associated neurological findings, surgical excision was planned. Intraoperatively, the lesion was found to be adjacent to the palmar digital nerve, however, no macroscopic disruption of the nerve was observed. The lesion was completely excised without damage to the surrounding soft tissues. Histopathological examination confirmed the diagnosis of a cartilage-capped osteochondroma with continuity of the cortical and medullary bone. Postoperatively, the patient's sensory symptoms resolved completely, no recurrence was observed during follow-up. This case highlights that, although rare, osteochondromas of the thumb phalanx may cause digital nerve irritation, and that early surgical excision is an effective treatment option for symptom resolution and prevention of functional impairment.

Keywords: Osteochondroma, Thumb, Proximal Phalanx, Digital Nerve, Hand Tumor

Dijital Sinir İrritasyonuna Neden Olan Başparmak Proksimal Falanks Osteokondromu: Nadir Bir Olgu Sunumu

Özet

Falanksları tutan osteokondromlar, osteokondromların en sık görüldüğü anatomik bölgeler olan uzun kemiklerin metafizer bölgeleri ile karşılaştırıldığında oldukça seyrek olarak rapor edilmektedir [1,2]. El ve parmak yerleşimli osteokondromlar nadir görülmelerine rağmen, anatomik olarak dijital nörovasküler yapılarla yakın konumlanmaları nedeniyle klinik açıdan anlamlı semptomlara yol açabilmektedir [3]. Özellikle başparmak falanksları, fonksiyonel önemi ve sınırlı yumuşak doku alanı nedeniyle bu tür lezyonların neden olduğu baskı semptomlarına daha duyarlıdır. Bu yazıda, başparmak proksimal falanksından kaynaklanan nadir bir osteokondrom olgusu sunulmuştur. Yirmi dört yaşındaki erkek hasta, sol el başparmak radial tarafta giderek büyüyen bir kitle ve buna eşlik eden, radial dijital sinir dağılımı boyunca gelişen hipoestezi şikâyetleri ile kliniğimize başvurmuştur. Hastanın öyküsünde travma veya sistemik hastalık bulunmamaktaydı. Fizik muayenede, palpasyonla hassasiyet gösteren sert bir kitle saptanmış ve duyu muayenesinde radial dijital sinir alanında belirgin hipoestezi tespit edilmiştir. Direkt radyografi ve manyetik rezonans görüntülemelerinde, başparmak proksimal falanksının radial korteksinden kaynaklanan, iyi sınırlı, pedinküllü osteokondral bir lezyon izlenmiştir. Semptomatik olması ve nörolojik bulgulara yol açması nedeniyle cerrahi eksizyon planlanmıştır. Operasyon sırasında lezyonun palmar dijital sinire komşu olduğu, ancak sinirde makroskopik bütünlük kaybı bulunmadığı gözlenmiştir. Lezyon çevre yumuşak dokulara zarar verilmeden tamamen eksize edilmiştir. Histopatolojik inceleme, kortikal ve medüller kemikle devamlılık gösteren kırıkdağ şapkalı osteokondrom tanısını doğrulamıştır. Postoperatif dönemde hastanın duyu semptomları tamamen gerilemiş ve takip sürecinde nüks izlenmemiştir. Bu olgu, nadir görülmesine rağmen başparmak falanks osteokondromlarının dijital sinir irritasyonuna yol açabileceğini ve erken cerrahi eksizyonun semptomların düzeltilmesi ve fonksiyonel kaybın önlenmesinde etkili bir tedavi seçeneği olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Osteokondrom, Başparmak, Proksimal Falanks, Dijital Sinir, El Tümörü

INTRODUCTION

Osteochondroma is the most common benign bone tumor and typically arises in the metaphyseal regions of long bones. Hand involvement is rare, accounting for fewer than 4% of all osteochondromas, and lesions originating from the phalanges—especially the thumb—are even more uncommon [1,2]. Because the digits have limited soft-tissue volume and are closely surrounded by neurovascular bundles, even small osteochondromas may cause significant symptoms.

Patients may present with pain, localized swelling, restricted motion, deformity, or neurovascular irritation. In some cases, digital nerve compression or tendon dysfunction may be the first noticeable symptoms, making clinical evaluation essential [3,4]. In children and young adults, phalangeal osteochondromas have been associated with mechanical problems such as trigger finger, angular deformities, or swan-neck deformity [7,8].

The management of hand osteochondromas is generally guided by symptom severity. Asymptomatic lesions may be followed conservatively, whereas painful, growing, or function-affecting lesions typically require surgical removal [1,4,6,9].

Here, we report a rare case of an osteochondroma arising from the proximal phalanx of the thumb, presenting with digital nerve irritation and successfully treated with surgical excision.

CASE REPORT

A 24-year-old male presented with an 8-month history of a slowly enlarging mass on the radial aspect of his left thumb. The lesion was associated with localized pain that worsened during gripping activities and intermittent paresthesia along the radial digital nerve distribution.

Clinical Examination

Inspection revealed a firm, well-defined swelling over the proximal phalanx. The mass was nonmobile and mildly tender on palpation. Thumb range of motion was full but reproduced pain at terminal flexion. A sensory examination demonstrated decreased light-touch sensitivity along the radial digital nerve.

Radiological Findings

Anteroposterior and lateral radiographs demonstrated a pedunculated, well-corticated bony projection arising from the radial cortex of the proximal phalanx, consistent with an osteochondroma (Figure 1). No signs of cortical destruction, periosteal reaction, or soft-tissue mass were observed, and joint alignment was maintained [1,6].



Figure 1. Anteroposterior and lateral radiographs demonstrating a pedunculated osteochondroma arising from the radial cortex of the proximal phalanx.

Surgical Procedure

Surgery was performed under regional anesthesia. A longitudinal incision was made over the radial side of the proximal phalanx. Intraoperatively, the radial digital nerve was found draped over the cartilaginous cap of the lesion, explaining the patient's paresthesia. The nerve was carefully mobilized and protected. The osteochondroma was removed en bloc at its base, and the remaining cortical surface was smoothed to minimize recurrence risk. The dimensions of the lesion were approximately $1 \times 0.8 \times 0.6$ cm (Figure 2).



Figure 2. (A) Intraoperative view showing the radial digital nerve draped over the lesion. (B) Macroscopic appearance of the excised cartilage-capped bony lesion.

Histopathology

Microscopic examination confirmed a benign osteochondroma, characterized by a cartilage-capped bony stalk with endochondral ossification and no features of malignancy.

Postoperative Course

The patient's postoperative recovery was uneventful. At the 6-month follow-up, he reported complete resolution of pain and paresthesia. Thumb motion was fully preserved, grip strength normalized, and no recurrence was detected radiographically.

DISCUSSION

Although osteochondroma is common overall, phalangeal involvement remains rare and often clinically significant due to the restricted anatomical space of the digits [2]. Even small lesions can cause neurovascular compression or mechanical symptoms, as occurred in our patient with digital nerve irritation.

Similar cases have been described where phalangeal osteochondromas resulted in compressive neuropathy, trigger finger, angular deformity, or functional limitation [3,7,8]. The proximity of the lesion to tendons and neurovascular structures explains why even modest enlargement may cause disproportionate symptoms.

Surgical excision is considered the definitive treatment for symptomatic osteochondromas. Complete removal of the cartilaginous cap is crucial to prevent recurrence, which remains rare when excision is adequate [1,4]. Malignant transformation, while a known risk in long bones, has not been reported in hand osteochondromas [5].

Our case emphasizes the importance of early surgical intervention and careful neurovascular dissection during excision, as prompt treatment reliably resolves symptoms and restores normal function.

Reports describing digital nerve irritation caused by osteochondromas of the thumb phalanx are extremely limited in the literature, making this presentation a particularly uncommon clinical manifestation.

CONCLUSION

Osteochondromas arising from the proximal phalanx of the thumb are rare but may cause digital nerve irritation due to the limited soft-tissue space of the digits. Clinicians should be aware that even small lesions in this anatomically confined region may lead to neurovascular symptoms. Early surgical excision with careful protection of the digital neurovascular structures provides excellent clinical outcomes and prevents persistent neurological deficits and functional impairment.

ETHICAL APPROVAL

Written informed consent was obtained from the patient for publication of clinical information and images.

CONFLICT OF INTEREST

The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

No financial support was received for this study.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Çağlar Tuna ISSI: Contributed to patient evaluation, surgical management, data collection, literature review, and manuscript preparation and approved the final version of the manuscript.

REFERENCES

1. Baek GH et al. Solitary intra-articular osteochondroma of the finger. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92:1137–43.
2. O'Connor MI, Bancroft LW. Benign and malignant cartilage tumors of the hand. *Hand Clin.* 2004;20:317–23.
3. Cates HE, Burgess RC. Incidence of brachydactyly and hand exostoses in hereditary multiple exostosis. *J Hand Surg Am.* 1991;16:127–32.
4. Ohnishi T et al. Surgical treatment for osteochondromas in pediatric digits. *J Hand Surg.* 2011;36:432–8.
5. Hameetman L et al. Multiple osteochondromas: clinicopathological, radiological, and genetic spectrum. *Hered Cancer Clin Pract.* 2004;2:161–73.
6. Öztürk H et al. Osteochondroma of the distal phalanx: A case report. *CÜ Tıp Fak Derg.* 2006;28:41–3.
7. Al-Harthy A, Rayan GM. Phalangeal osteochondroma: a cause of childhood trigger finger. *Br J Plast Surg.* 2003;56:161–3.
8. Stern PJ, Phillips D. Phalangeal osteochondroma: an unusual cause of swan-neck deformity. *J Hand Surg Am.* 1986;11:70–3.
9. Moore JR et al. Osteocartilaginous lesions of the digits in children. *J Hand Surg Am.* 1983;8:309–15.

FIGURE LEGENDS

Figure 1. Anteroposterior and lateral radiographs demonstrating a pedunculated osteochondroma arising from the radial cortex of the proximal phalanx.

Figure 2. (A) Intraoperative view showing the radial digital nerve draped over the lesion. (B) Macroscopic appearance of the excised cartilage-capped bony lesion.

Presentation ID / Sunum No= 29

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-0094-8275

İstmoselin Histeroskopik Revizyonu ve Başarılı Gebelik: Olgu Sunumu

Asst. Prof. Dr. Yusuf Ziya Kızıldemir¹

¹Harran Üniversitesi

290

Özet

İstmosel, uterus isthmusunun ön miyometriyal duvarında, önceki bir sezaryen skarı bölgesinde oluşan bir defektir, uzamış adet kanaması veya lekelenme şeklinde menoraji, dismenore ve/veya subfertilite ile ilişkili olabilir. Bu raporda, istmoselin histeroskopik düzeltilmesi ve ardından gerçekleşen başarılı bir gebelik vakasını sunuyoruz. Sezaryen doğumdan beri menoraji ve sekonder subfertilitesi olan, siklus ortası transvajinal sonografisinde (TVS) istmosel ile ilişkili endometriyal kavite sıvısı ve küçük bir endometriyal polip izlenen 37 yaşında bir kadın hastaya, operatif histereskopi aracılığıyla istmoselin histeroskopik revizyonu ve polipektomi uygulandı. Ameliyat sonrası menoraji düzeldi ve takipteki siklus ortası TVS görüntülemesinde endometriyal kavite sıvısı izlenmedi. Hasta cerrahiden 3 ay sonra kendiliğinden gebe kaldı ve başarılı bir gebelik elde etti. Histeroskopik doku çıkarma sisteminin kullanımı, İstmosel revizyonu için uygulanabilir bir yaklaşımdır. Fertilite hastaları için etkinliği belirlemek amacıyla daha geniş çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: İstmosel, Histeroskopi, Sekonder İnfertilite

Hysteroscopic Revision of Isthmocele and Successful Pregnancy: A Case Report

Abstract

An isthmocele is a defect in the anterior myometrial wall of the uterine isthmus at the site of a previous cesarean scar and can be associated with menorrhagia in the form of prolonged menstrual bleeding or spotting, dysmenorrhea, and/or subfertility. In this report, we present a case of hysteroscopic correction of an isthmocele followed by a successful pregnancy. A 37-year-old female with menorrhagia since her cesarean delivery and secondary subfertility—whose mid-cycle transvaginal ultrasound (TVS) revealed an isthmocele associated with endometrial cavity fluid and a small endometrial polyp—underwent hysteroscopic revision of the isthmocele and polypectomy via operative hysteroscopy. Postoperatively, the menorrhagia resolved, and follow-up mid-cycle TVS imaging showed no endometrial cavity fluid. The patient conceived spontaneously three months after surgery and achieved a successful pregnancy.

The use of a hysteroscopic tissue removal system is a feasible approach for isthmocele revision. Larger studies are necessary to determine its efficacy for fertility patients.

Keywords: Isthmocele, Hysteroscopy, Secondary Subfertility

1. Giriş

Dünya çapında sezaryen doğum (CD) prevalansının artması nedeniyle, sezaryen skar istmoseli (CSI), özellikle uzamış adet kanaması veya lekelenme şeklinde menoraji, dismenore ve sekonder subfertilite durumlarında daha sık gözlemlenmekte ve teşhis edilmektedir [1]. CSI, uterus isthmusunun anterior miyometriyal duvarında, önceki bir sezaryen skarı bölgesindeki bir defektir ve sezaryen doğumların %56-%84'ünde görüldüğü bildirilmiştir [2, 3].

CSI'si olan kadınlar asemptomatik olabilir [4]; ancak CSI, uzamış adet kanaması veya lekelenme ve dismenore gibi semptomlarla ilişkili olabilir [5-7]. Ek olarak, CSI sekonder subfertilitesi olan kadınlarda teşhis edilebilir [8]; bu durumda sonografik olarak CSI içinde belirgin sıvı saptanabilir ve bu sıvı bazı vakalarda endometriyal kaviteye doğru yukarı sızarak siklus ortasında endometriyal kavite sıvısı (ECF) oluşturabilir. CSI içindeki sıvının bileşenleri birikmiş adet kanı ve mukus içerebilir.

CSI'nin cerrahi tedavisi semptomları iyileştirdiği gibi fertilitiyi de artırmaktadır [7]. CSI'yi cerrahi olarak düzeltme yöntemleri arasında histeroskopik rezeksiyon, laparoskopik onarım, vajinal yaklaşım veya histeroskopik ve laparoskopik yaklaşımların kombinasyonu yer alır [9]. Histeroskopik yolun en maliyet etkin yöntem olduğu bildirilmiştir [10] ve tarif edilen yöntemler arasında kesici halkalı rezektoskopların kullanımı ve rezeksiyon sonrası roller-ball diyatermi yer almaktadır [11-14]. Bildiğimiz kadarıyla bu, CSI revizyonu için histeroskopik bir doku çıkarma sisteminin kullanıldığı ve sonrasında başarılı bir spontan gebelik sonucu elde edilen ilk rapordur.

2. Vaka Sunumu

Hasta, bu vaka raporunun yayınlanması için bilgilendirilmiş onam vermiştir. 37 yaşında Gravida 1 Para 1 olan hasta, 6 aydır devam eden sekonder subfertilite şikayetiyle başvurdu. İki yıl önce sezaryen doğum yaptığını ve doğumdan beri 7 gün süren tam akışlı kanamanın ardından siklusun 14. günü civarındaki yumurtlama gününe kadar süren lekelenme şeklinde uzamış adet kanaması olduğunu bildirdi.

Siklusun 12. gününde yapılan transvajinal sonogram (TVS), 6.4 x 1.8 mm ölçülerinde oval şekilli bir ECF formasyonu ile endometriyal kaviteye sızan sıvı içeren bariz bir CSI ve sağ fundal bölgede 6.5 mm ölçülerinde endometriyal polip ile uyumlu ekojenik odak gösterdi. Histeroskopik cerrahide alt uterus segmenti seviyesinde CSI ve sağ kornual bölgede küçük bir endometriyal polip izlendi. Polipektomi yapıldıktan sonra, CSI'nin distal ve proksimal yönlerini revize etmek için TruClear™ (Medtronic) yumuşak doku tıraşlayıcı mini histeroskopik doku çıkarma sistemi kullanıldı.

Ameliyat sonrası 12. gün siklus ortası TVS'sinde, ECF içermeyen 8.4 mm trilaminer endometriyal astar izlendi. Ertesi ay hastada ECF içermeyen 12.6 mm trilaminer endometriyal astar mevcuttu. Hasta ameliyattan 3 ay sonra kendiliğinden gebelik elde etti ve bu gebelik tekiz canlı doğumla sonuçlandı.

3. Tartışma

CSI'nin bir histeroskopik doku çıkarma sistemi ile morselasyon yoluyla revizyonu, menorajinin düzelmesi ve canlı doğumla sonuçlanan spontan bir gebeliğin elde edilmesiyle sonuçlanmıştır. CSI özellikleri veya histeroskopik yaklaşımın fizibilitesi için gereken minimum miyometriyal kalınlık kriterleri konusunda kesin bir sınır olmasa da, uterus rüptürü ve mesane yaralanması riskini en aza indirmek için önceki çalışmalar, preoperatif rezidüel miyometriyal kalınlığının en az 2 mm olması gerektiğini önermiştir [10]. Bu sınırın, fertilitiyi korumak isteyen hastalarda 3.5 mm'den, gelecek için fertilitate arzusu olmayanlarda ise 2.5 mm'den fazla olması gerektiği belirtilmiştir [15].

Bir sezaryen skar ektopik gebeliğinin histeroskopik morselasyonunu tanımlayan bir vaka raporu bildirilmiştir [16]; ancak bildiğimiz kadarıyla bu, bir CSI'nin histeroskopik morselasyonu ile başarılı bir gebelik sonucu elde edilen ilk rapordur. Bir doku çıkarma sistemi kullanılarak yapılan histeroskopik CSI

revizyonunun fertilite üzerindeki etkilerini belirlemek için geniş çalışmalara ihtiyaç duyulsa da, bu vaka raporu böyle bir yaklaşımdan sonra başarılı bir spontan gebeliğin uygulanabilirliğini göstermektedir.

Presentation ID / Sunum No= 32

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-3161-0923

D2 Lenf Nodu Diseksiyonunda 11p'nin Haritalandırılması; Prospektif Vaka Kontrol Çalışması

293

Assoc. Prof. Dr. Ulaş Aday¹

¹Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi, Genel Cerrahi Bilim Dalı, Gastroenteroloji Cerrahi Departmanı, Diyarbakır, Türkiye, ulasaday@gmail.com

*Corresponding author: Ulaş Aday

Özet

Amaç: Günümüzde lokal ileri evre mide kanserinde D2 lenf nodu diseksiyonu (LND) ile R0 rezeksiyon genel kabul gören standart cerrahi yöntemdir. Bu çalışmada mide kanseri nedeniyle D2 LND yapılan hastalarda 11p lenf nodu istasyon pozitiflik oranını ve pozitifliğe etki eden parametrelerin belirlenmesi amaçlandı. **Yöntem:** Dicle Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul onamı sonrası Ocak 2021-Mayıs 2025 tarihleri arasında mide kanseri nedeniyle küratif cerrahi yapılan hastalar prospektif incelendi. Açık cerrahi yöntemle ve tek ekip tarafından D2 LND yapılan hastalar çalışmaya alındı. Laparoskopik cerrahi, adenokanser dışı nedenlerle (stromal tümör, lenfoma, peptik ülser vs) yapılan rezeksiyonlar, palyatif cerrahi ve D1 LND yapılanlar dışlandı. Demografik, klinik, operatif ve patolojik sonuçlar kayıt edildi. D2 LND'unda 11p nolu lenf nodu işaretlenerek patolojik değerlendirme için ayrı gönderildi. **Sonuçlar:** Belirlenen tarih aralığında çalışma protokolüne uygun 103 hasta final analize alındı. Yaş ortalaması 59 (aralık;25-84) olup 71'i (% 68.9) erkekti. Yedi (% 6.7) hastada 11p pozitif saptandı. 11p pozitif ve negatif grupların yaş, cinsiyet ve performans skorları benzerken, 11p negatif grupta neoadjuvan tedavi % 64. 6 oranında verilmişken, 11p pozitif grupta neoadjuvan tedavi alan hasta yoktu (p=0.001). T3-4 (P=0.041), N3 lenf nodu metastazı (p<0.001) ve kötü diferansiye alt tip histoloji (p=0.015) 11p pozitif grupta anlamlı oranda yüksekti. **Sonuç:** Mide kanserinde proksimal splenik arter etrafı lenf nodu (11p) metastaz oranı % 6.7 olarak saptanmıştır. 11p pozitifliği T3-4 tümör, N3 lenf nodu metastazı ve kötü diferansiye tümörlerle yakından ilişkilidir.

Anahtar Kelimeler: mide kanseri, D2 lenf nodu diseksiyonu, splenik arter lenf nodu

Mapping of 11p in D2 lymph Node Dissection For Gastric Cancer; A Prospective Case-Control Study

Abstract

Today, R0 resection with D2 lymphadenectomy (LND) is widely accepted as the standard surgical treatment for locally advanced gastric cancer. In this study, we aimed to determine the positivity rate of

11p and the parameters affecting positivity in patients who underwent D2 LND. Following approval by the Dicle University Clinical Research Ethics Committee, patients undergoing curative surgery for gastric adenocarcinoma were prospectively enrolled between January 2021 and May 2025. Patients undergoing open surgery and standard D2 LND by a single team were included in the study. Laparoscopic surgery, resective procedures performed for reasons other than adenocarcinoma (stromal tumor, lymphoma, peptic ulcer, etc.), palliative surgery, and those undergoing D1 LND were excluded. Demographic, clinical, operative, and pathological outcomes were recorded. Lymph node station number 11 was marked and sent separately for pathological examination after dissection. A total of 103 patients who met the study protocol during the specified time period were included in the final analysis; 7 (6.7%) patients were 11p positive. The mean age was 59 years (range: 25–84), and 71 (68.9%) were male. The 11p-positive and 11p-negative groups were similar in age, gender, and performance status, but 64.6% of the 11p-negative group had received neoadjuvant therapy, while none of the patients in the 11p-positive group had received neoadjuvant therapy ($p=0.001$). The T3-4 category ($p=0.041$), N3 lymph node metastasis ($p<0.001$), and poorly differentiated subtype ($p=0.015$) 11p-positive group had a significantly higher rate. The metastasis rate to the proximal splenic artery lymph node (11p) in gastric cancer was found to be 6.7%. 11p lymph node positivity is closely associated with poorly differentiated tumors, T3-4 tumors, and N3 lymph node metastasis.

Keywords: gastric cancer, D2 lymphadenectomy, splenic artery lymph node.

GİRİŞ

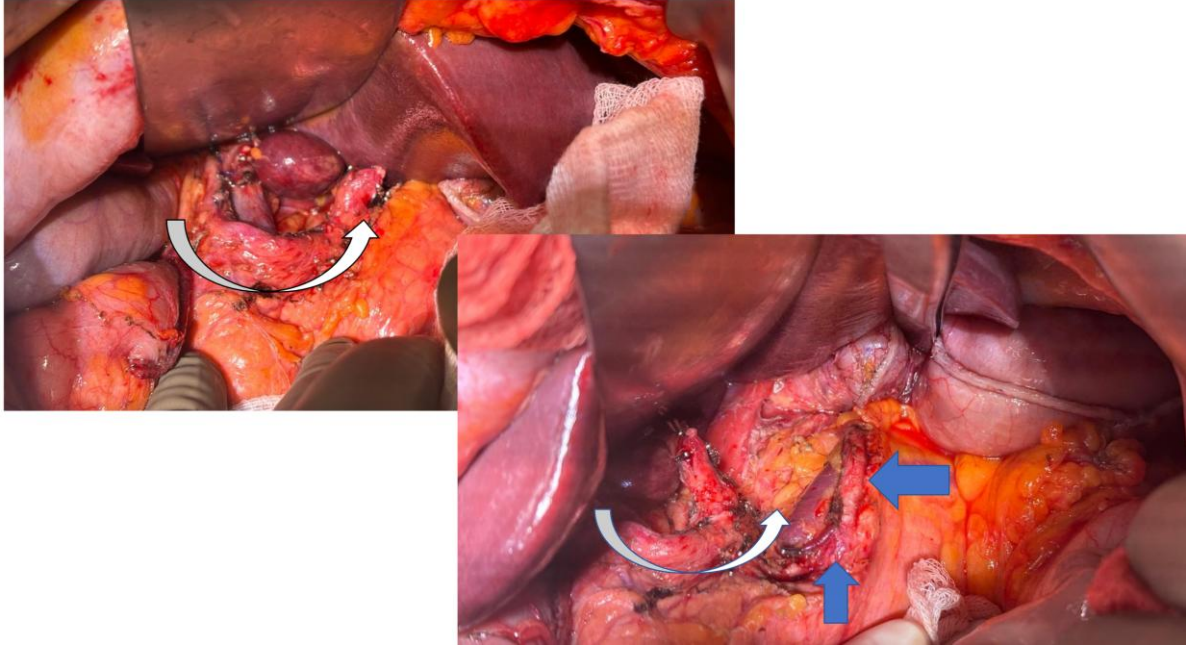
Mide kanseri, dünya çapında en sık görülen beşinci ve kansere bağlı ölüm nedenleri içerisinde üçüncü sırada yer alır (1). Lokal ileri mide kanserinde perioperatif kemoterapi ile D2 lenf nodu diseksiyonunu (LND) içeren R0 rezeksiyon, bugün standart tedavi olarak yaygın şekilde kabul edilmiştir (2, 3). Mide kanserinin lenf nodu metastazı sık olup prognozu olumsuz etkileyen parametre olup, optimal lenfadenektomi sağkalımla doğrudan ilişkilidir (4). D2 LND’unda lenf nodu metastaz paterni T evresi, tümör lokasyonu ve diferansiasyonuyla ilişkili saptayan retrospektif çalışmalar olsa da prospektif raporlar sınırlıdır (5-8).

Mevcut verilerin splenik arterin proksimal ve distal (11p-d) lenf nodu istasyonlarının diseksiyon detayları, metastaz oranları ve onkolojik sonuçlara etkisi tatmin edici düzeyde incelenmediği görülmektedir. Bu prospektif çalışmada D2 LND’u yapılan hastalarda 11p’nin pozitiflik oranını ve pozitifliği etkileyen parametrelerin belirlenmesi amaçlandı.

HASTALAR VE YÖNTEM

Dicle Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul onamı sonrası, Ocak 2021-Mayıs 2025 aralığında, mide adenokanser tanısıyla küratif cerrahi yapılan hastalar prospektif kayıt edildi. Tek ekip tarafından, açık cerrahi ve standart D2 LND yapılan hastalar çalışmaya alındı. Laparoskopik cerrahi, adenokanser dışı (stromal tümör, lenfoma, peptik ülser vs.) nedenlerle yapılan rezektif prosedürler, palyatif cerrahi, D1 LND yapılanlar, Siewert Tip I ve torasik yaklaşım ile cerrahisi tamamlanan Siewert Tip II olgular çalışma dışı bırakıldı. Klinik lokal ileri evre vakalarda, evreleme laparoskopisi-sitolojik örnekleme sonrası perioperatif kemoterapi (KT) ile küratif cerrahi yapıldı. Kanama, obstrüksiyon veya farklı nedenlerle neoadjuvan KT verilmeden cerrahiye alınan hastalarda küratif cerrahi yapılması durumunda çalışmaya dahil edildi.

Demografik, klinik, operatif ve patolojik sonuçlar kayıt edildi. Tanıdaki endoskopik, kesitsel görüntülemeler operatif bulgular baz alınarak tümör yerleşimi 3 anatomik bölgeye ayrıldı; 1-özofagokardiak bileşke-kardia, 2-fundus-korpus ve 3-antrum-pylor. D2 LND’u Japan Gastrik Kanser Klavuzu’na tanımlanan protokole uygun yapıldı ve 11p lenf nodu istasyonu splenik arterin ilk yarısı etrafındaki lenf nodları olarak olarak tanımlandı (2). Cerrahi prosedür subtotal veya total gastrektomi ile birlikte unblok lenfadenektomi şeklinde standart protokole uygun yapıldı fakat 11 p nolu istasyonlar piyesten ayrı olarak işaretlenerek veya ayrı diseke edilerek patolojik değerlendirmeye gönderildi (Resim 1).



Resim 1. Duodenum transeksiyonu sonrası hepatik arterlerden sol gastrik arter; çöliak kök ve splenik arterin suprapankreatik sınırdan dönüşüne kadar olan mezogastrium subtotal gastrektomi piyesiyle diseke edildi (kavisli beyaz ok). Daha sonra splenik arterin (mavi ok) proksimal yarısı etrafındaki (11p) lenf nodları ayrı diseke edildikten sonra sahanın görünümü.

Patolojik evreleme, American Joint Committee on Cancer (AJCC) mide kanseri evreleme sisteminin 8. baskısına göre yapıldı (9).

SONUÇLAR

Ocak 2021-Mayıs 2025 tarih aralığında mide adenokanser tanısıyla 145 hastaya cerrahi yapıldı. Laparoskopik cerrahi (17), palyatif cerrahi (9), D1 LND (8) ve bileşke tümörü (4) nedeniyle torakotomi yapılan hastalar dışlandıktan sonra 107 hastaya açık cerrahi ve standart D2 LND yapıldı. Dört hastanın 11p lenf nodları çalışma protokolüne uygun diseke edilemediğinden çalışma dışı bırakılarak 103 hasta final analize alındı.

Hastaların yaş ortalaması 59 (aralık;25-86) yıl olup 71'i (% 68.9) erkekti. 11p lenf nodu pozitifliği 7 (% 6.7) hastada saptandı. 11p lenf nodu negatif ve pozitif grupların yaş, cinsiyet ve performans skorları benzerdi. Neoadjuvan kemoterapi 11p negatif grupta % 64.6 oranında verilmişken pozitif grupta hiçbir hastaya verilmedi ($p=0.001$). Hastaların demografik, klinik ve patolojik sonuçları Tablo 1'de özetlendi. Patolojik sonuçlar değerlendirildiğinde; T3-4 ($p=0.041$), N3 lenf nodu ($p<0.001$) ve kötü diferansiye alt tip ($p=0.015$) 11p pozitif hastalarda anlamlı olarak yüksek saptandı.

11p lenf nodu pozitif 7 hastada neoadjuvan kemoterapi almama nedenleri incelendiğinde; ileri yaş ve komorbidite (2), obstrüksiyon (2), kemoterapi reddi (1) ve 2 hastada kanama olduğu görüldü. Postoperatif dönemde 11p pozitif bir hastada erken mortalite, R1 rezeksiyon 1 hastada ve takiplerde 4 hastada erken rekürrens (<12 ay) gelişti.

TARTIŞMA

Mide adenokarsinomunda cerrahi temel tedavi olmaya devam etmektedir. Gastrektomiyle birlikte D2 LND Japonya ve Asya'da uzun süre önce rutin uygulanırken batı toplumlarında hala tartışmalı olsa da son iki dekatta standart olarak önerilmektedir. Hollanda ve İtalyan çalışmalarının uzun dönem sonuçları D2 LND'nun morbidite ve mortalite artışı oluşturmadığı, hastalığa spesifik sağkalım avantajı sağladığını gösteren iki önemli Avrupa çalışmasıdır (4, 10). Diseke edilen lenf nodu sayısının fazla olması sağkalım avantajı sağladığı çalışmalarda belirtilmekle beraber bu durum tartışmalıdır fakat minimum 16 lenf nodu çıkartılması genel kabul görmüştür (2, 11).

Değişkenler	Total n=103 (%)	1 lp negatif n=96 (%)	1 lp pozitif n=7 (%)	p
Yaş (min-max)	59 (25-86)	59 (25-86)	64(35-80)	0.918
Cinsiyet				
Erkek	71 (68.9)	65 (67.7)	6 (85.7)	0.431
Kadın	32 (31.1)	31 (32.3)	1 (14.3)	
ECOG				
0	41 (39.8)	38 (39.6)	3 (42.9)	0.324
1	50 (48.5)	49 (51.0)	1 (14.3)	
2	11 (10.7)	9 (9.4)	2 (28.6)	
3	1 (1.0)	0 (0.0)	1 (14.3)	
Neoadjuvan KT	62 (60.2)	62 (64.6)	0 (0.0)	0.001
Lokalizasyon				
Antrum-Pylor	55 (53.4)	51 (53.1)	4 (57.1)	0.096
Korpus-Fundus	22 (21.4)	21 (21.9)	1 (14.3)	
ÖKB-Kardia	24 (23.3)	23 (24.0)	1 (14.3)	
Linitis plastika	2 (1.9)	1 (1.0)	1 (14.3)	
Yapılan cerrahi				
DSG	55 (53.4)	51 (53.1)	4 (57.1)	0.856
TG	44 (42.7)	41 (42.7)	3 (42.9)	
Near TG	4 (3.9)	4 (4.2)	0 (0.0)	
T kategori(patolojik)				
0-1-2	40 (38.8)	40 (41.7)	0 (0.0)	0.041
3-4	63 (61.2)	56 (58.3)	7 (100.0)	
Lenf nodu durumu				
0	49 (47.6)	49 (51.0)	0 (0.0)	<0.001
1	16 (15.5)	15 (15.6)	1 (14.3)	
2	20 (19.4)	20 (20.8)	0 (0.0)	
3	18 (17.5)	12 (12.5)	6 (85.7)	
Kötü diferansiye	56 (54.4)	49 (51.0)	7 (100.0)	0.015
Stage				
1	31 (30.1)	31 (32.3)	0 (0.0)	0.051
2	39 (37.9)	37 (38.5)	2 (28.6)	
3	30 (29.1)	26 (27.1)	4 (57.1)	
4	3 (2.9)	2 (2.1)	1 (14.3)	

Tablo1. Hastaların demografik, klinik ve patolojik sonuçları

Gastrointestinal sistem kanserlerinde lenf nodu metastazı sıktır ve arter-ven traselerini takip eder. Lenf nodu istasyonlarında metastazın belirleyicileri olarak; tümör derinliği (T), tümör boyutu, diffüz tip olup olmaması ve diferansiyasyonu bilinen faktörlerdir (12). Hollanda merkezli prospektif LOGICA çalışmasında 11p % 8.4 oranında metastaz gözlenmiştir. Bu çalışmada neoadjuvan tedavi durumu ve diffüz dip mide kanserinde 11p lenf nodu metastaz oranları anlamlı yüksek bulunmuştur (7). Neoadjuvan kemoterapinin primer tümörde oluşturduğu regresyon lenf nodlarındaki regresyondan daha fazladır ve lenf nodundaki regresyon hastaların kabaca ¼'ünde oluşmaktadır. Bu nedenle lokal ileri mide kanserinde neoadjuvan yanıtı iyi olsada standart lenfadenektomi önerilir (7,13). Brisinda ve arkadaşlarının raporladığı İtalyan çokmerkezli çalışmada; 11 nolu lenf nodu metastaz oranı % 10.5 olarak saptanmıştır ve diffüz tip, büyük kurvatur yerleşimli, T3-4 tümörler, N3 lenf nodu metastaz varlığı 11 nolu istasyonun tuulumunu artıran parametreler olarak saptanmıştır (12). Bu prospektif çalışmada 11 p metastazı %6.7 (7/103) olarak saptandı ve 7 hastanın hiçbiri neoadjuvan tedavi almadan küratif cerrahiye alındı. Bu hastaların tamamında histolojik alt tip taşlı yüzük hücreli-diskohefiz tipti.



Resim 2. Mide kanseri nedeniyle total gastrektomi ve D2 LND yapılan hastada cerrahi sahanın görünümü. Splenik arter çöliak arterden dallanma yerinden dalak hilusuna kadar etraf lenfatik dokulardan arındırılmıştır, bu diseksiyonda 11p (proksimal splenik arter) ile birlikte 11d (distal splenik arter) lenf nodlarında diseke edilmiştir. Sol gastrik arter, posterior gastrik arter ve kısa gastrik arter hemo-lok klip ile kapatılmıştır.

Gastrointestinal kanserler içerisinde ilk olarak kolorektal kanserler için tanımlanan komplet mezenterik diseksiyonun sağladığı onkolojik sağkalım avantajları nedeniyle mide kanseri için mezogastrium tanımı güncel çalışmalarda öne çıkmaktadır (14-16). Mezogastrium mide arterlerini takip eden 6 kompartmandan oluşur bunlar; sağ ve sol gastroepiploik arter, sağ ve sol gastrik arter, posterior gastrik arter ve kısa gastrik arter mezenterleridir. 11 nolu istasyon splenik arterden çıkan posterior gastrik arter etrafındaki mezoyu tanımlamak için kullanılmaktadır (15.) Standard mezogastrik tanım içinde ana splenik arter bulunmadığı görülmektedir ve çalışmamızın temel başlatıcı faktörü olmuştur. Çalışmamızda 11p nolu lenf nodu diske edilirken özellikle splenik arter 270 derece çıplaklaştırılacak şekilde etrafındaki lenfatik dokular diseke edilmiştir (Resim 2).

Bu çalışmanın bazı kısıtlılıkları vardır. Vaka sayısının az ve onkolojik takip süresinin sunulmayışı güçlü öneri sunulmasını engeller niteliktedir. Ayrıca tek merkez ve tek ekip tarafından yapılması ve paralel doğrulama kolunun olmayışı diğer bir eksikliktir. Neoadjuvan kemoterapinin etkisine yönelik analiz yapılmayışı önemli eleştiri konusudur. Fakat 11p nolu istasyonun cerrahi deseksiyonunun nasıl olması gerektiğine ilişkin tartışmayı aralayan ve homojen hasta grubu nedeniyle litarütüre katkı sunacağı kanaatindeyiz.

SONUÇ

Proksimal splenik arter(11p) lenf nodu pozitifliği % 6.7 oranında olup; kötü diferansiye, T3-4 tümör ve N3 lenf nodu metastazıyla yakından ilişkilidir. Neoadjuvan tedavi alınmaması diğer önemli faktör olup, geniş vaka çalışmalarıyla kemoterapinin oynadığı rolün açıklanması gerekecektir.

KAYNAKLAR

1. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA Cancer J Clin.* 2021;71(3):209-249. doi:10.3322/caac.21660.
2. Japanese Gastric Cancer Association. Japanese Gastric Cancer Treatment Guidelines 2021 (6th edition). *Gastric Cancer.* 2023;26(1):1-25. doi:10.1007/s10120-022-01331-8.
3. Al-Batran SE, Homann N, Pauligk C, et al. Perioperative chemotherapy with fluorouracil plus leucovorin, oxaliplatin, and docetaxel versus fluorouracil or capecitabine plus cisplatin and epirubicin for locally advanced, resectable gastric or gastro-oesophageal junction adenocarcinoma (FLOT4): a randomised, phase 2/3 trial. *Lancet.* 2019;393(10184):1948-1957. doi:10.1016/S0140-6736(18)32557-1.
4. Songun I, Putter H, Kranenbarg EM, Sasako M, van de Velde CJ. Surgical treatment of gastric cancer: 15-year follow-up results of the randomised nationwide Dutch D1D2 trial. *Lancet Oncol.* 2010;11(5):439-449. doi:10.1016/S1470-2045(10)70070-X.
5. Di Leo A, Marrelli D, Roviello F, et al. Lymph node involvement in gastric cancer for different tumor sites and T stage: Italian Research Group for Gastric Cancer (IRGGC) experience. *J Gastrointest Surg.* 2007;11(9):1146-1153. doi:10.1007/s11605-006-0062-2.
6. Tiwari J, Kodama I, Takeda J, Shirouzu K. Study of lymphatic metastatic patterns in gastric carcinoma according to tumor location. *Kurume Med J.* 2000;47(1):1-4.
7. de Jongh C, Triemstra L, van der Veen A, et al. Pattern of lymph node metastases in gastric cancer: a side-study of the multicenter LOGICA-trial. *Gastric Cancer.* 2022;25(6):1060-1072. doi:10.1007/s10120-022-01329-2.
8. Han KB, Jang YJ, Kim JH, et al. Clinical significance of the pattern of lymph node metastasis depending on the location of gastric cancer. *J Gastric Cancer.* 2011;11(2):86-93. doi:10.5230/jgc.2011.11.2.86
9. Byrd DR, Brookland RK, Washington MK, Gershenwald JE, Compton CC, Hess KR, Sullivan DC, Jessup JM. *AJCC cancer staging manual.* Amin MB, Edge SB, Greene FL, editors. New York: springer; 2017 Jan.
10. Degiuli M, Sasako M, Ponti A. Italian Gastric Cancer Study Group. Morbidity and mortality in the Italian Gastric Cancer Study Group randomized clinical trial of D1 versus D2 resection for gastric cancer. *Br J Surg.* 2010;97(5):643-649.
11. Smith, D.D.; Schwarz, R.R.; Schwarz, R.E. Impact of total lymph node count on staging and survival after gastrectomy for gastric cancer: Data from a large US-population database. *J. Clin. Oncol.* 2005, 23, 7114-7124.
12. Brisinda G, Chiarello MM, Fico V, et al. Pattern of Distribution of Lymph Node Metastases in Individual Stations in Middle and Lower Gastric Carcinoma. *Cancers (Basel).* 2023;15(7):2139. Published 2023 Apr 4. doi:10.3390/cancers15072139.
13. Kinoshita O, Ichikawa D, Ichijo Y, Komatsu S, Okamoto K, Kishimoto M, et al. Histological evaluation for chemotherapeutic responses of metastatic lymph nodes in gastric cancer. *World J Gastroenterol.* 2015;21(48):13500-13506.
14. Tu J, Shao S, Qin J. The number of mesogastria containing metastatic lymph nodes predicts gastric cancer prognosis. *Surgery.* 2024;176(3):739-747. doi:10.1016/j.surg.2024.05.027.
15. Xie D, Shen J, Liu L, et al. Complete mesogastric excision for locally advanced gastric cancer: short-term outcomes of a randomized clinical trial. *Cell Rep Med.* 2021;2(3):100217. Published 2021 Mar 16. doi:10.1016/j.xcrm.2021.100217.

16. Xie D, Gao C, Lu A, et al. Proximal segmentation of the dorsal mesogastrium reveals new anatomical implications for laparoscopic surgery. *Sci Rep.* 2015;5:16287. Published 2015 Nov 6. doi:10.1038/srep16287.

Presentation ID / Sunum No= 42

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: /0000-0003-1746-8972

Atipik Klinik ve Mikrobiyolojik Bulgularla Seyreden Torakolomber Enfeksiyöz Spondilodiskit: Bir Olgu Sunumu

300

Dr. Aykut İlikhan¹

¹ Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Kayseri Şehir Hastanesi, Kayseri, Türkiye

Özet

Giriş Enfeksiyöz spondilodiskit, nadir görülmekle birlikte tanı geciktiğinde ciddi nörolojik defisitlere ve spinal instabiliteye yol açabilen önemli bir klinik tablodur. Klinik ve mikrobiyolojik bulguların her zaman tipik olmaması tanı sürecini zorlaştırabilmektedir. Olgu Sunumu Altmış iki yaşında kadın hasta, bilinen ek hastalık öyküsü ve geçirilmiş enfeksiyon öyküsü yoktu. Yaklaşık iki aydır devam eden bel ağrısı, 10 kilograma yakın kilo kaybı ve son bir aydır giderek artan ağrı ve son üç gündür yürüyememe şikâyeti ile başvurdu. Nörolojik muayenesinde bilateral alt ekstremitelerde 3/5 kas kuvveti kaybı saptandı. Hastanemize başvurusunda yapılan laboratuvar incelemelerinde CRP: 39 mg/L, WBC: $18 \times 10^3/\mu\text{L}$ ve ESR: 54 mm/saat olarak saptandı. Manyetik rezonans görüntülemesinde T12 vertebra korpusunda belirgin destrüksiyon ve paravertebral apse oluşumu izlendi. Enfeksiyöz spondilodiskit ön tanısı ile opere edilen hastaya üç seviye alt-üç seviye üst posterior enstrümantasyon, apse boşaltılması ve enfeksiyon riski göz önünde bulundurularak allogreft veya sentetik materyal kullanılmaksızın, iliak kanattan alınan otogreft ile füzyon uygulanmıştır. Postoperatif örneklem alındıktan sonra hasta Enfeksiyon Hastalıkları Kliniği'ne konsülte edildi. Tedavi olarak meropenem 3×1 g intravenöz ve vankomisin 2 g yükleme dozunu takiben 2×1 g intravenöz idame başlanması önerildi. Preoperatif tetkiklerde Brusella serolojisi negatif saptandı. Peroperatif alınan örneklerinde mikrobiyolojik kültürlerde üreme izlenmedi ve tüberküloz PCR testi negatif bulundu. Patolojik incelemede granülomatöz inflamasyon ve tümöral dokuya ait bulgu saptanmadı. Hasta 14 gün IV antibiyoterapi sonrası yara yerindeki süturları alınıp Klinik ve laboratuvar takibinde stabil seyreden hasta, oral trimetoprim-sülfametoksazol (Bactrim) tedavisi ile taburcu edildi. Tartışma Spinal enfeksiyonlarda mikrobiyolojik testlerin negatif olabileceği ve tanının klinik, radyolojik ve patolojik bulguların birlikte değerlendirilmesi ile konulması gerektiği unutulmamalıdır. Özellikle nörolojik defisit gelişen olgularda cerrahi dekompresyon ve stabilizasyon hem tanı hem de tedavi açısından önemli rol oynamaktadır. Sonuç Bu olgu, ilerleyici bel ağrısı ve nörolojik defisit ile başvuran hastalarda, mikrobiyolojik bulgular negatif olsa dahi enfeksiyöz spondilodiskitin ayırıcı tanıda mutlaka göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Enfeksiyöz Spondilodiskit, Torakolomber Omurga, Atipik Spinal Enfeksiyon, İliak Kanat Otoplasti, Cerrahi Stabilizasyon.

Giriş

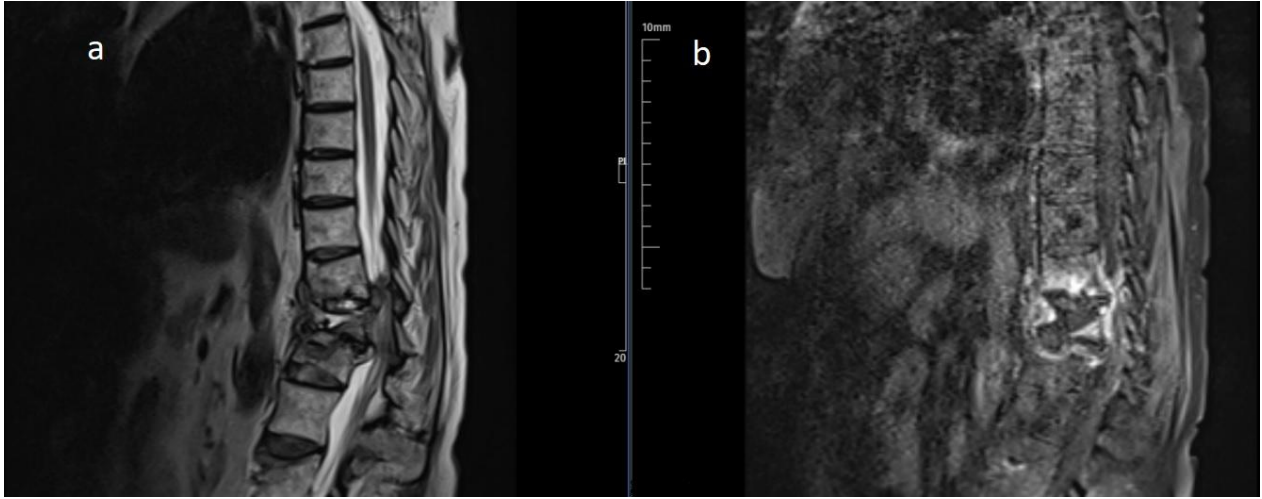
Spondilodiskit, intervertebral disk ve bitişik omurga yapılarını tutan enfeksiyöz bir klinik tablodur. Bu anatomik yapıların sıklıkla birlikte etkilenmesi ve klinik olarak ayırt edilmesinin güç olması nedeniyle, vertebral osteomyelit, spinal diskit ve disk enfeksiyonu terimleri literatürde çoğu zaman birbirinin yerine kullanılmaktadır.¹ İnflamatuvar spondilodiskit (İS), yıllık 100.000 kişide yaklaşık 2,2–7,4 vaka insidansı ile nispeten nadir kabul edilmekle birlikte, son yıllarda prevalansında belirgin bir artış gözlenmiştir. Nitekim gelişmiş ülkelerde 2010–2019 yılları arasında İS prevalansının neredeyse iki katına çıktığı bildirilmiştir. İS'nin en sık görülen iki formu piyogenik spondilodiskit (PS) ve tüberküloz spondilodiskittir (TS). Piyogenik spondilodiskit, tüm İS vakalarının yaklaşık %40–80'ini oluşturmakta olup çoğunlukla piyogenik bakterilerle ilişkilidir; en sık izole edilen etken ise *Staphylococcus aureus*'tur.² Spondilodiskit gelişiminde başlıca risk faktörleri, konak bağışıklık yanıtını baskılayan veya zayıflatan durumları kapsamaktadır. Diyabetes mellitus ve kronik böbrek hastalığı gibi sistemik hastalıklar, aşırı alkol tüketimi, intravenöz ilaç kullanımı, genitoüriner sistem kaynaklı yakın dönem enfeksiyonlar ve geçirilmiş omurga cerrahisi bu risk faktörleri arasında öne çıkmaktadır. Enfeksiyonun en sık yayılım yolu hematogen yayılım olup, özellikle bakteriyeminin eşlik ettiği durumlarda vertebral end-plate ve intervertebral disk tutulumu gelişebilmektedir.³ Bu genel çerçeveye rağmen spondilodiskit, klinik prezentasyonu, etiyolojik spektrum ve tedavi yanıtları açısından belirgin bir heterojenite göstermektedir. Özellikle atipik klinik bulgular, eşlik eden komorbiditeler ve daha önce başlanmış ampirik antibiyotik tedavileri, tanının gecikmesine ve uygun tedavi stratejisinin belirlenmesinde güçlük yaşanmasına neden olabilmektedir. Bu çalışmada, başlangıçta tipik olmayan klinik ve laboratuvar bulgularla seyreden, dış merkezde uzun süreli antibiyotik tedavisi almış ve tanısal–terapötik süreçte multidisipliner yaklaşım gerektiren bir spondilodiskit olgusunu sunmayı amaçladık. Sunulan olgunun, spondilodiskitin tanı ve yönetimindeki klinik zorluklara dikkat çekmesi açısından literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Olgu Sunumu

Altmış iki yaşında kadın hasta, bilinen ek hastalık, immünsüpresyon veya geçirilmiş cerrahi ve enfeksiyon öyküsü olmaksızın; yaklaşık iki aydır devam eden bel ağrısı, son dönemde belirginleşen yaklaşık 10 kg istemsiz kilo kaybı ve son bir ayda giderek artan ağrı yakınmaları ile dış merkeze başvurmuştu. Bu merkezde enfeksiyöz etiyoloji düşünülerek yaklaşık bir ay süreyle intravenöz ampirik antibiyotik tedavisi uygulanmış; ancak klinik bulgularda anlamlı düzelme sağlanamaması ve nörolojik tablonun ilerlemesi üzerine hasta kliniğimize sevk edilmiştir. Hastanın son üç gündür desteksiz yürüyememe şikâyeti mevcuttu.

Nörolojik muayenesinde bilateral alt ekstremitelerde 3/5 kas kuvveti kaybı saptandı. Hastanemize başvurusunda yapılan laboratuvar incelemelerinde CRP: 39 mg/L, WBC: $18 \times 10^3/\mu\text{L}$ ve ESR: 54 mm/saat olarak ölçüldü.

Torakolomber manyetik rezonans görüntülemeye (MRG), T12 vertebra korpusunda belirgin destrüksiyon, vertebra son plaklarında düzensizlik, disk aralığında sinyal değişiklikleri ve paravertebral yumuşak doku uzanımı gösteren apse formasyonu izlendi. T2-ağırlıklı sekanslarda vertebra korpusu ve disk düzeyinde hiperintensite, kontrastlı incelemelerde ise apse duvarında belirgin kontrast tutulumu mevcuttu (Şekil1).

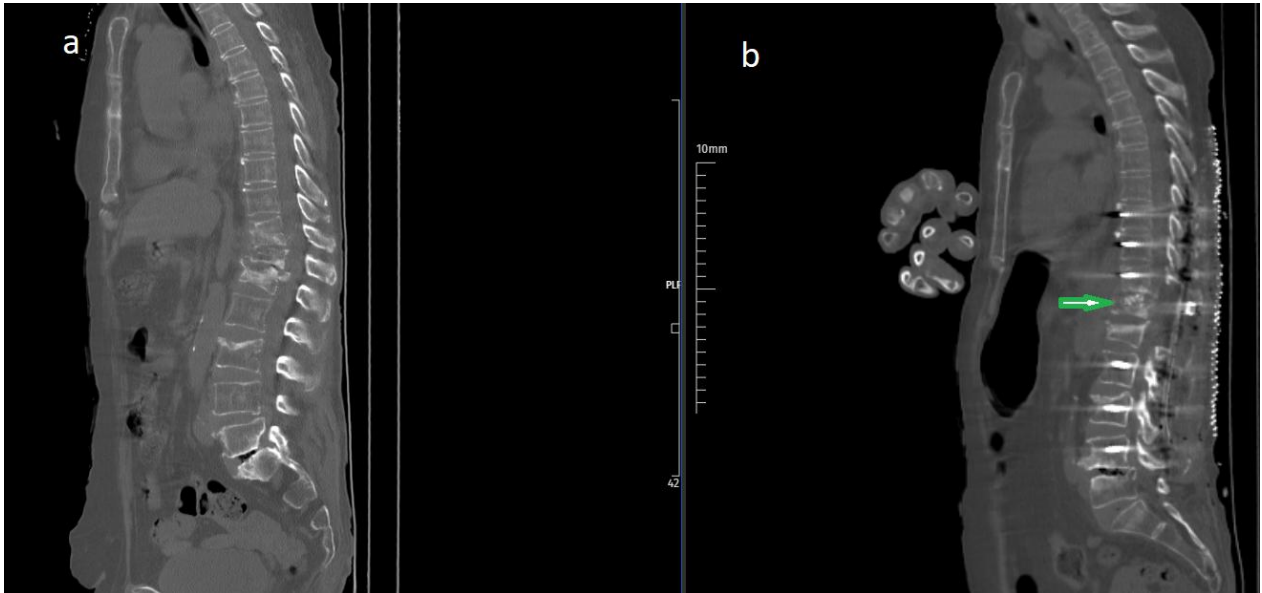


Şekil 1.

(a) Torakolomber omurganın sagittal T2-ağırlıklı MRG kesitinde, ilgili seviyede belirgin vertebral son plak destrüksiyonu, intervertebral disk aralığında çökme ve anterior epidural alanda omurilik basısına neden olan lezyon izlenmektedir.

(b) Sagittal kontrastlı T1-ağırlıklı yağ baskılı MRG kesitinde, tutulan vertebra korpusları ve disk mesafesinde belirgin kontrast tutulumu ile uyumlu epidural inflamatuvar doku/apse görünümü izlenmekte olup enfeksiyöz spondilodiskit ile uyumludur. Bilgisayarlı tomografi (BT) incelemede, T12 vertebra korpusunda kemik destrüksiyonu ve kortikal bütünlük kaybı net olarak gösterildi. Bu bulgular, ileri evre enfeksiyöz spondilodiskit ile uyumlu olarak değerlendirildi.

Progresif nörolojik defisit, radyolojik olarak belirgin vertebral destrüksiyon ve paravertebral apse varlığı nedeniyle hastaya cerrahi tedavi endikasyonu konuldu. Enfeksiyöz spondilodiskit ön tanısı ile opere edilen hastaya, üç seviye alt-üç seviye üst posterior enstrümantasyon, apse boşaltılması ve enfekte dokuların debridmanı uygulandı. Enfeksiyon riski göz önünde bulundurularak allogreft veya sentetik materyal kullanılmaksızın, iliak kanattan alınan otogreft ile posterior füzyon gerçekleştirildi (Şekil 2).



Şekil 2.

(a) Sagittal BT kesitinde torakolomber seviyede vertebra korpusunda destrüksiyon, son plak düzensizliği ve disk aralığında daralma ile uyumlu kemik yapı harabiyeti izlenmektedir.

(b) Postoperatif sagittal BT kesitinde posterior enstrümantasyon materyalleri izlenmekte olup ok ile

işaretlenen seviyede rezidüel kemik destrüksiyonu ve enfeksiyonla uyumlu değişiklikler dikkat çekmektedir.

Peroperatif dönemde alınan doku örnekleri sonrası hasta Enfeksiyon Hastalıkları Kliniği'ne konsülte edildi. Tedavi olarak meropenem 3×1 g intravenöz ve vankomisin 2 g yükleme dozununu takiben 2×1 g intravenöz idame tedavisi başlandı. Preoperatif değerlendirmede Brusella serolojisi negatif saptandı. Peroperatif alınan örneklerin mikrobiyolojik kültürlerinde üreme izlenmedi ve tüberküloz PCR testi negatif bulundu. Histopatolojik incelemede granülomatöz inflamasyon veya malignite lehine bulgu saptanmadı.

Hasta, 14 gün intravenöz antibiyoterapi sonrası klinik ve laboratuvar parametrelerinde stabil seyir göstermesi üzerine, sutureları alındıktan sonra oral trimetoprim-sülfametoksazol (Bactrim) tedavisi ile taburcu edildi.

Tartışma

Spondilodiskit, tanı ve tedavi sürecinde klinik heterojenitesi nedeniyle önemli zorluklar barındıran bir enfeksiyöz hastalıktır. Özellikle atipik klinik prezentasyonlar, özgül olmayan laboratuvar bulguları ve önceden başlanmış ampirik antibiyotik tedavileri tanının gecikmesine ve etken mikroorganizmanın saptanamamasına yol açabilmektedir.⁴ Sunulan olguda, belirgin sistemik enfeksiyon bulguları olmaksızın gelişen progresif bel ağrısı, kilo kaybı ve kısa sürede ilerleyen nörolojik defisit, spondilodiskitin alışılmış klinik seyrinden sapma göstermekte ve tanısal güçlükleri ortaya koymaktadır.

Spondilodiskitli hastaların önemli bir kısmında predispozan risk faktörleri bulunmakla birlikte, bazı vakalarda altta yatan belirgin bir risk faktörü saptanamayabilmektedir.⁵ Sunulan hastada diyabetes mellitus, kronik böbrek hastalığı, immünsüpresyon veya geçirilmiş cerrahi öyküsü bulunmaması, hastalığın gelişiminde risk faktörlerinin yokluğunda da spondilodiskitin ortaya çıkabileceğini göstermektedir. Bu durum, özellikle ileri yaş hastalarda uzun süreli bel ağrısı ve açıklanamayan kilo kaybı varlığında enfeksiyöz etiyolojinin mutlaka ayırıcı tanıda düşünülmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

Manyetik rezonans görüntüleme, spondilodiskit tanısında altın standart yöntem olarak kabul edilmekte olup, vertebral destrüksiyon, disk tutulumu ve paravertebral apse varlığının gösterilmesinde yüksek duyarlılığa sahiptir. Olgumuzda da MRG bulguları tanının netleşmesinde belirleyici olmuş; T12 vertebra korpusunda destrüksiyon ve eşlik eden paravertebral apse cerrahi endikasyonunun oluşmasında önemli rol oynamıştır. Özellikle progresif nörolojik defisit, spinal instabilite ve apse formasyonu varlığı, cerrahi tedaviyi zorunlu kılan başlıca faktörler arasında yer almaktadır.⁶

Spondilodiskit olgularında mikrobiyolojik tanı, hedefe yönelik antibiyotik tedavisi açısından kritik öneme sahiptir. Bununla birlikte, literatürde bildirildiği üzere olguların %37–50'sinde kültür negatifliği izlenebilmektedir. Özellikle dış merkezlerde başlanmış uzun süreli ampirik antibiyotik tedavileri, peroperatif alınan örneklerde üreme saptanamamasının başlıca nedenlerinden biridir. Sunulan olguda da kültür ve tüberküloz PCR sonuçlarının negatif olması, mikrobiyolojik tanının güçlüğü ve tedavide ampirik yaklaşımın kaçınılmazlığını ortaya koymaktadır.⁷

Cerrahi tedavi endikasyonları arasında antibiyotik tedavisine yanıtızlık, nörolojik defisit gelişimi, epidural apse oluşumu, progresif instabilite ve ciddi kifotik deformite yer almakta olup, bu durumlarda erken cerrahi müdahalenin hem enfeksiyon kontrolü hem de spinal stabilitenin sağlanması açısından etkili olduğu bildirilmektedir.⁸ Olgumuzda spinal instabilite riski göz önünde bulundurularak posterior enstrümantasyon uygulanmış, enfeksiyon riskini azaltmak amacıyla allogreft veya sentetik materyal kullanılmaksızın otogreft ile füzyon tercih edilmiştir. Bu yaklaşım, hem stabilizasyonun sağlanması hem de enfeksiyon kontrolü açısından başarılı sonuç vermiştir.

Sonuç olarak, spondilodiskit atipik klinik ve mikrobiyolojik özellikler gösterebilen, tanı ve tedavisi multidisipliner yaklaşım gerektiren bir hastalıktır. Sunulan olgu, risk faktörlerinin yokluğunda gelişen, kültür negatif seyreden ve cerrahi tedavi gerektiren spondilodiskit olgularında erken tanı, uygun cerrahi zamanlama ve enfeksiyon hastalıkları ile yakın iş birliğinin önemini vurgulaması açısından değerlidir.

Referanslar

1. Bal E, Topcu E, Yuluğkural Z. Risk factors and clinical characteristics of spondylodiscitis: a comparative study. *International Orthopaedics* 2025 49:6. 2025;49(6):1461-1470. doi:10.1007/s00264-025-06540-1
2. Conti J, Geremia N, Di Bella S, et al. Infectious spondylodiscitis: Epidemiology, diagnosis, microbiological findings, clinical features and outcomes in a 14-year retrospective study. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*. 2025;44(12):3067. doi:10.1007/s10096-025-05292-5
3. Baryeh K, Anazor F, Iyer S, Rajagopal T. Spondylodiscitis in adults: Diagnosis and management. *Br J Hosp Med*. 2022;83(10). doi:10.12968/hmed.2021.0448
4. Weihe R, Taghlabi K, Lowrance M, et al. Culture Yield in the Diagnosis of Native Vertebral Osteomyelitis: A Single Tertiary Center Retrospective Case Series With Literature Review. *Open Forum Infect Dis*. 2022;9(3):ofac026. doi:10.1093/ofid/ofac026
5. Channer L, Krol O, Philipp T, et al. Incidence and risk factors for native vertebral osteomyelitis: a retrospective cohort study using a National Claims Database. *The Spine Journal*. 2025;61(6):e26-e46. doi:10.1016/j.spinee.2025.10.002
6. Laur O, Schonberger A, Gunio D, et al. Imaging assessment of spine infection. *Skeletal Radiology* 2024 53:10. 2024;53(10):2067-2079. doi:10.1007/s00256-023-04558-3
7. Alavi SMA, Petri F, Mahmoud OK, et al. Culture-Negative Native Vertebral Osteomyelitis: A Narrative Review of an Underdescribed Condition. *J Clin Med*. 2024;13(9):5802. doi:10.3390/jcm13195802
8. Akgul T, Bayram S, Korkmaz M, Karalar S, Dikici F, Sar C. Surgical Approach Algorithm in the Treatment of Lumbar and Thoracolumbar Pyogenic Spondylodiscitis. *Turk Neurosurg*. 2022;32(1):83-90. doi:10.5137/1019-5149.JTN.33784-21.2

Presentation ID / Sunum No= 44

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-0427-7229

Cardiorespiratory Fitness in Physiotherapy Students: Evaluation Via Treadmill Exercise Testing and Associations With Level of Physical Activity

305

Ivan Veber¹², Meri Reili¹², Goran Krstačić¹³, Aleksandar Včev¹

¹ Faculty of Dental Medicine and Health Osijek,
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Osijek, Croatia

² Doctoral Study Programme in Educational Sciences and Perspectives of Education,
Faculty of Education, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Osijek, Croatia

³ Polyclinic for Prevention of Cardiovascular Diseases and Rehabilitation Srčana,
Zagreb, Croatia

Abstract

Objectives: The aim of this paper is to analyze the results of ergometric testing among physiotherapy students and investigate the impact of physical activity levels on the results. **Study design:** A cross-sectional study was conducted. **Participants and Methods:** A total of 50 physiotherapy students from the Faculty of Dental Medicine and Health in Osijek participated in the study. Higher ergometric test results, including increased maximal oxygen uptake, more achieved METs, and longer test duration, were positively related to higher physical activity levels, while heart rate recovery was not significantly associated with physical activity. **Conclusion:** A greater level of physical activity was associated with improved cardiorespiratory fitness among physiotherapy students. While most participants exhibited satisfactory physical fitness and cardiorespiratory capacity, a subset of students training for a healthcare profession remains vulnerable to health issues related to unhealthy lifestyle behaviors and diminished cardiovascular function.

Keywords: Cardiorespiratory Fitness, Lifestyles, Physiotherapy, Students

Introduction

Enrollment in a study program and the commencement of studies represent a significant milestone in the lives of young people, contributing to their personal and professional development (1). However, during university education, students are often exposed to numerous physical and emotional changes and often face the challenge of balancing academic and social obligations. This burden may lead to difficulties in maintaining healthy lifestyle habits (2). In recent decades, a decline in cardiorespiratory fitness among young people has been recorded worldwide, raising concern in society. Although the cause is not completely clear, social and economic changes, increased obesity rates, lack of physical activity, and sedentary lifestyle undoubtedly contribute to this decline and have negative consequences for cardiovascular health (3,4). Despite public health recommendations, the prevalence of insufficient

physical activity levels among the student population remains high. Globally, nearly 80% of young people do not meet the recommended levels of physical activity for achieving and maintaining good health (5). This trend also affects contemporary generations of Croatian students, including those in health-related studies. The decline in physical activity levels usually begins in early adolescence and becomes more pronounced during late adolescence and early adulthood (6). According to a 2022 study, between 17% and 35% of young people annually give up on sports activities during their student years due to lack of time, reduced motivation, and increased academic obligations (7, 8). Although higher education, lifestyle habits, and quality of life of young people are very current topics today, limited and inconsistent research has examined the impact of students' lifestyle habits on cardiorespiratory health. Therefore, the aim of this study was to examine whether ergometric test results are associated with levels of physical activity.

Participants and Methods

A cross-sectional study was conducted (9). The study included 50 physiotherapy students from the Faculty of Dental Medicine and Health in Osijek, Josip Juraj Strossmayer University in Osijek. The students underwent standardized ergometric testing. Data were collected on their maximal oxygen uptake ($\text{VO}_2 \text{ max}$), test duration, heart rate, pulse recovery, and blood pressure before, during, and after the test. Participants also completed a sociodemographic questionnaire that included information on the their age, gender, and year of study. Physical activity levels were assessed using the short version of standardized International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) (10). The study was approved by the Ethics Committee of the Faculty of Dental Medicine and Health in Osijek.

Statistical analysis

The Kolmogorov-Smirnov test was used to study the normality of numerical variables distribution. Numerical data were presented as median and interquartile range limits. Differences between categorical variables were tested by the Chi-square test, while differences between categorical variables with two groups and numerical variables were examined using the Mann-Whitney U test. Spearman's correlation coefficient was used to assess associations between variables. All p values were two-sided, and the significance level was set at $\alpha = 0.05$. The SPSS statistical program (version 30.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) was used for statistical analysis.

Results

The study collected data from 50 undergraduate students of the University of Physiotherapy at the Faculty of Dental Medicine and Health in Osijek.

Of the total number of participants, 33 (66%) were women and 17 (34%) were men. The average age was 21 years (interquartile range 20 to 21) with a total range of 19 to 25 years. The average BMI was 22.5 (interquartile range 21.6 to 26.3) with a maximum range of 17.3 to 40.3. Of these, 1 (2%) was underweight, 35 (70%) were of normal weight, 10 (20%) were overweight, 3 (6%) were obese and 1 (2%) was extremely obese. Of the total sample, 13 (26%) participants reported the use of nicotine products and none had hypertension. Regarding physical activity levels, 7 participants (14%) reported low activity, 34 (68%) moderate activity, and 9 (18%) high activity levels.

Cardiorespiratory fitness was assessed using the following ergometric test parameters: test duration, metabolic equivalent, achieved oxygen level, and the difference between the pulse at maximum load and the pulse six minutes after maximum load.

First, it was shown that the average test duration was $M = 9:50$ minutes. Second, the average expected metabolic equivalent at maximum load was $M = 10.2$, and the achieved $M = 10.2$. Of the total sample, 42 (84%) participants successfully achieved the expected metabolic equivalent. Third, the average expected oxygen level at maximum load was $M = 36 \text{ mL/kg/min}$, and the achieved $M = 36 \text{ mL/kg/min}$. Of the total sample, 42 (84%) participants successfully achieved the expected oxygen level. Fourth, the average expected pulse rate at maximum load was $M = 196$, while the achieved value was $M = 178$. Thus, the average value of the percentage of expected pulse rate at maximum load was $M = 90\%$. The average pulse rate of the participants before the ergometric testing was $M = 87$ and increased to $M = 95$ six minutes after the ergometric testing. The average difference between the pulse rate at maximum load and the pulse rate six minutes after the maximum load was $M = 73$. The average systolic blood pressure before

the ergometric testing was $M=123$, at maximum load $M=158$, and six minutes after the ergometric testing $M=127$. The average diastolic blood pressure values were $M=73$ before the ergometric testing, $M=68$ at maximum load, and $M=75$ six minutes after the ergometric testing (Table 1).

According to the results, 3 (6%) participants demonstrated reduced, 3 (6%) average, and 44 (88%) high cardiorespiratory fitness. Of these, 43 (86%) participants managed to reach maximum load while 7 (14%) of them requested to stop testing due to fatigue and exhaustion.

A statistically significant positive strong correlation was observed between physical activity level and test duration ($r_s=0.609$, $p<0.01$), the metabolic equivalent at maximum load ($r_s=0.579$, $p<0.01$), and oxygen level at maximum load ($r_s=0.595$, $p<0.01$). No statistically significant correlation was found between physical activity level and the difference between the pulse at maximum load and the pulse six minutes after maximum load ($r_s=0.194$, $p>0.05$) (Table 2). Therefore, higher exercise testing results (higher VO_2 max, more METs achieved, longer test duration, and faster heart rate recovery) are positively correlated with higher physical activity levels in students.

Discussion

High cardiorespiratory fitness plays a crucial role in improving health well-being and promoting balanced maturation among the student population because it contributes to maintaining appropriate body mass, optimizing muscle strength and flexibility, and improving cardiovascular, neuromuscular, and mental abilities (11, 12). Experts also emphasize the beneficial impact of good cardiorespiratory health on brain function, cognitive development, and better academic achievement (13).

A total of 50 students participated in the study, of which 33 (66%) were female students and 17 (34%) were male physiotherapy students. The participants belonged to a young adult population with an average age of 21 years. Regarding BMI, the average value was $22.5 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$. Although the majority of students at the Faculty had a healthy body weight, there was also a significant number of students who deviate towards excess body weight. Based on the standardized IPAQ questionnaire, a low level of physical activity was recorded in 7 (14%) participants, 34 (68%) of them demonstrated a moderate level, and only 9 (18%) reported a high physical activity level. The predominance of moderate physical activity among students represents a positive indicator. However, it is important to point out the presence of a group of future health professionals who are not physically active enough. Physiotherapists, as healthcare professionals who promote movement and healthy lifestyle habits, should set an example through their own behavior. This enhances their credibility in working with patients and encourages easier acceptance of recommendations for regular physical activity and a healthy lifestyle (14).

It was shown that there is a statistically significant positive strong correlation between the duration of the test, the metabolic equivalent at maximum load and the oxygen level at maximum load with the level of physical activity. This can be explained by the positive impact of physical activity on structural and functional changes such as angiogenesis, increased blood volume, improved cardiac muscle contractility and ventricular complications (15, 16). All of these factors have a positive impact on the work and efficiency of the system for transporting oxygenated blood from the heart to the tissues, which significantly improves cardiorespiratory endurance (17). This is in accordance with research conducted by Srivastava et al. in 2024, in which they examined the maximal oxygen intake of young people aged 17 to 25 years using ergometric testing. Their study showed significantly higher maximal oxygen intake in athletes of both sexes compared to a control group of subjects of the same sex and age who were not physically active. Also, athletes had a lower resting heart rate, indicating adaptive changes in the cardiovascular system as a result of regular physical activity (18).

According to the previously described results, 3 (6%) of the participants demonstrated reduced, 3 (6%) average, and 44 (88%) high cardiorespiratory fitness. Of these, 43 (86%) participants were able to reach maximum load, while 7 (14%) requested to stop testing due to fatigue and exhaustion.

In conclusion, although the majority of students in this study demonstrated good physical and cardiorespiratory fitness, a smaller proportion of students studying for a health profession may be at risk of developing health problems associated with reduced cardiovascular function. Educational institutions should make additional efforts to identify students at increased risk in a timely manner and undertake targeted preventive interventions.



References

1. Pach J, Stoffels M, Schoonmade L, van Ingen E, Kusurkar RA. The impact of educational activities on professional identity formation in social sciences and humanities: a scoping review. *Educ Res Rev.* 2025;100704.
2. Van Rooij EC, Jansen EP, Van de Grift WJ. First-year university students' academic success: the importance of academic adjustment. *Eur J Psychol Educ.* 2018;33:749-67.
3. Tomkinson GR, Lang JJ, Tremblay MS. Temporal trends in the cardiorespiratory fitness of children and adolescents representing 19 high-income and upper middle-income countries between 1981 and 2014. *Br J Sports Med.* 2019;53(8):478-86.
4. Lavie CJ, Ozemek C, Carbone S, Katzmarzyk PT, Blair SN. Sedentary Behavior, Exercise, and Cardiovascular Health. *Circ Res.* 2019;124(5):799-815.
5. Guthold R, Stevens GA, Riley LM, Bull FC. Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. *Lancet Child Adolesc Health.* 2020;4(1):23-35.
6. García-Hermoso, A., López-Gil, J. F., & Ezzatvar, Y. (2025). Tracking of physical activity and sport from childhood and adolescence to adulthood: a systematic review and meta-analysis. *Translational pediatrics*, 14(6), 1117–1128.
7. Ferreira Silva RM, Mendonça CR, Azevedo VD, Raoof Memon A, Noll PRES, Noll M. Barriers to high school and university students' physical activity: a systematic review. *PLoS One.* 2022;17(4):e0265913.
8. Hundito B. The relationship between sports commitment and athlete satisfaction in sports activities: review of related literature. *Int J Res Pedagog Technol Educ Mov Sci.* 2022;11(1):1-10.
9. Marušić M. Introduction to scientific work in medicine. Zagreb: Medicinska naklada; 2019.
10. Pedišić Ž, Jurakić D, Rakovac M, i sur. Reliability of the croatian long version of the International Physical Activity Questionnaire. *Kinesiology* 2011;432:185-91
11. Raghuveer G, Hartz J, Lubans DR, Takken T, Wiltz JL, Mietus-Snyder M, et al. American Heart Association Young Hearts Athero, Hypertension and Obesity in the Young Committee of the Council on Lifelong Congenital Heart Disease and Heart Health in the Young. Cardiorespiratory fitness in youth: an important marker of health: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2020;142(7):e101–e118.
12. Bouchard C, Blair SN, Haskell WL. Physical activity and health. Champaign (IL): Human Kinetics; 2012.
13. Chen W, Gu X, Chen J, Wang X. Association of cardiorespiratory fitness and cognitive function with psychological well-being in school-aged children. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(3):1434.
14. Corey JJ, Shirazipour CH, Fricke M, Evans B. Physiotherapists' role in physical activity promotion: qualitative reflections of patients and providers. *Physiother Theory Pract.* 2023;39(4):814–826.
15. Fernandes T, Baraúna VG, Negrão CE, Phillips MI, Oliveira EM. Aerobic exercise training promotes physiological cardiac remodeling involving a set of microRNAs. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.* 2015;309(4):H543–H552.
16. Pinckard K, Baskin KK, Stanford KI. Effects of exercise to improve cardiovascular health. *Front Cardiovasc Med.* 2019;6:69.
17. Raghuveer G, Hartz J, Lubans DR, Takken T, Wiltz JL, Mietus-Snyder M, i sur. Cardiorespiratory fitness in youth: an important marker of health: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2020;142(7):e101-18.
18. Srivastava S, Tamrakar S, Nallathambi N, Vrindavanam SA, Prasad R, Kothari R. Assessment of maximal oxygen uptake (VO₂ max) in athletes and nonathletes assessed in sports physiology laboratory. *Cureus.* 2024;16(5):e61124.

Table 1. Average values of expected and achieved results of ergometric testing

Ergometric testing variables		Median (M)	Interquartile range (Q1 – Q3)	Minimum – maximum
Metabolic equivalent (MET)	Expected	10,2	10,2 – 12,5	10,2 – 12,5
	Achieved	10,2	10,2 – 12,5	7,2 – 12,5
Oxygen level (VO ₂ max) (ml/kg/min)	Expected	36	36 – 44	36 – 44
	Achieved	36	36 – 44	26 – 44
Heart rate level (beats/min)	Expected	196	196 – 201	84 – 201
	Achieved	178	160 – 183	131 – 202
	Before testing	87	79 – 96	50 – 119
	6 minutes after testing	95	90 – 108	67 – 126
	Difference between achieved and 6 minutes after	73	65 – 85	41 – 115
	Before testing	123	112 – 133	92 – 159
Systolic pressure level (mmHg)	Achieved	158	148 – 173	109 – 205
	6 minutes after testing	127	116 – 132	91 – 151
	Before testing	73	69 – 78	58 – 92
Diastolic pressure level (mmHg)	Achieved	68	58 – 80	42 – 101
	6 minutes after testing	75	70 – 80	53 – 96
	Before testing	73	69 – 78	58 – 92
Test duration (min)	Achieved	9:50	9:50 – 11:30	6:37 – 11:30

Table 2. Relationship between ergometric testing results and physical activity level

Ergometric testing results	Physical activity	
	r _s	p
Test duration (min)	0,609	0,00**
Metabolic equivalent (MET)	0,579	0,00**
Oxygen level (ml/kg/min)	0,595	0,00**
Heart rate difference (bpm)	0,194	0,17

****p<0,01**

Presentation ID / Sunum No= 45

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-0427-7229

Perceived Family and Community Support in Patients With Cardiovascular Disease

311

Meri Reili¹², Ivan Veber¹², Aleksandar Včev¹, Goran Krstačić¹³

*¹ Faculty of Dental Medicine and Health Osijek,
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Osijek, Croatia*

*² Doctoral Study Programme in Educational Sciences and Perspectives of Education,
Faculty of Education, Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Osijek, Croatia*

*³ Polyclinic for Prevention of Cardiovascular Diseases and Rehabilitation Srčana,
Zagreb, Croatia*

Abstract

Objective of the study was to examine the assessment of family and community social support among cardiovascular patients and to examine how often and to what extent patients with cardiovascular diseases receive: emotional support, tangible support, gentle support and positive social interactions. Study design: A cross-sectional study was conducted. Subjects and Methods: The respondents were patients of the Polyclinic for the Prevention and Rehabilitation of Cardiovascular Diseases "Srčana" Zagreb who had been diagnosed with cardiovascular diseases. The main instrument was the Medical Outcomes Study – Social Support Survey, to which seven descriptive questions were added. Results: The highest average score was obtained for the dimension of affectionate support ($M = 4.01$, $SD = 1.07$), followed by tangible support ($M = 3.93$, $SD = 1.08$), then positive social interaction ($M = 3.74$, $SD = 0.99$), and finally the dimension of emotional support ($M = 3.65$, $SD = 0.92$). The overall assessment of social support was $M = 3.78$ ($SD = 0.87$), indicating a generally satisfactory level of perceived support among the respondents. Conclusion: There is no difference in the perception of social support to the type of cardiovascular disease, but the perceived social support among the sample of cardiovascular patients is satisfactory.

Keywords: Cardiovascular Diseases, Community Health Services, Family Support, Rehabilitation, Social Support

Introduction

Cardiovascular diseases include diseases of the heart and blood vessels and the most common diseases of the cardiovascular system are heart failure, heart attack, coronary artery disease, stroke and other diseases. Prehypertension, hypertension or uncontrolled high blood pressure are responsible for 8.5 million deaths caused by coronary heart disease, stroke and other vascular diseases (1). It should be emphasized that although the rates are falling proportionally to the population, the absolute number of

people suffering from cardiovascular diseases and living with the consequences is still very high due to the aging of the population (2). Compared to other countries, Croatia ranks medium to worse in the European context. When comparing standardized mortality rates, taking into account the age structure of the population, Croatia has a higher mortality rate than the European Union average (3, 4). Patients with cardiovascular diseases have a reduced quality of life and in addition to physical changes and difficulties, emotional and psychological changes occur (5). Patients experience depression, anxiety and increased stress, so understanding and support from loved ones is very important (6). Family plays a key role in the patient's adaptation to the disease, providing emotional support and a sense of care. Social support plays a very important role in the further development and treatment of cardiovascular diseases, helping to encourage the patient to adopt healthier lifestyle habits and reduce stress, which greatly affects the course of the disease. The importance of the social community is emphasized in the rehabilitation process, when the patient's motivation is important in order to maintain the achieved results (7). It has been proven that about 88% of patients after a heart attack are depressed and anxious, about 55% have sleep disorders, while 38% do not want to return to their jobs and daily activities due to fears. Statistics show that as many as 83% of patients feel very weak and tired. Reducing fear, discomfort and depression contributes to good outcomes of the rehabilitation program. It is also important to emphasize the data indicating that 42% of patients who do not live with their families take their medications irregularly, compared to the other 18% who take prescribed medications and live with their families (8). The aim of the study is to examine the assessment of family and community social support in cardiovascular patients and to examine how often and to what extent patients with cardiovascular diseases receive emotional support, tangible support, gentle support, and positive social interactions.

Subject and Methods

The respondents were patients of the Polyclinic for the Prevention and Rehabilitation of Cardiovascular Diseases "Srčana" Zagreb who have been diagnosed with cardiovascular diseases (N = 98), and who voluntarily agreed to participate in the study over a period of two months in 2025. For the purposes of this study, a survey method was used. The main instrument was the Medical Outcomes Study – Social Support Survey (MOS questionnaire) (9). In addition to the questionnaire, seven descriptive questions were added that included basic demographic data of the respondents. In total, the questionnaire contained 26 questions, 19 of which were structured as agreement scales based on the Likert scale from 1 to 5. The study was approved by the ethics committee of the Faculty of Dental Medicine and Health in Osijek and the ethics committee of the Polyclinic for the Prevention and Rehabilitation of Cardiovascular Diseases "Srčana" Zagreb.

Statistical analysis

The obtained data were first analyzed using descriptive statistical methods, including the calculation of absolute and relative (percentage) frequencies. To examine differences in the perception of social support by type of cardiovascular disease, one-way analysis of variance (ANOVA) was used to determine statistically significant differences between individual groups of respondents. Before conducting ANOVA testing, Levene's test was applied to check for homogeneity of variance. Data coding was performed in Microsoft Excel, and the statistical program JASP (version 0.18.2, University of Amsterdam, Netherlands) was used for statistical processing.

Results

The study participants (N = 98) were adults with diagnosed cardiovascular disease who were receiving treatment at the Polyclinic for the Prevention and Rehabilitation of Cardiovascular Diseases "Srčana" Zagreb. Of the total number of respondents (N = 98), 44 (44.90%) were men and 54 (55.10%) were women. The age of the respondents ranged from 31 to 86 years (M = 62.01; SD = 12.03). The most common age group was 72 - 86 years (N = 27; 27.55%). The most common diagnosed cardiovascular disease was coronary heart disease (N = 49; 50.00%), followed by hypertension (N = 40; 40.82%). The majority of participants were in a relationship or married (N = 71; 72.45%) and the most common respondents were those living in a two-person household (N = 35; 35.71%).

The arithmetic mean and standard deviation for individual subscales of social support, including total support, obtained using the MOS questionnaire shows that the highest average score was given to the gentle support dimension ($M = 4.01$; $SD = 1.07$). This is followed by tangible support ($M = 3.93$; $SD = 1.08$), which denotes concrete, practical help, as well as positive social interaction ($M = 3.74$; $SD = 0.99$). The emotional support dimension also records a relatively high mean value ($M = 3.65$; $SD = 0.92$). An additional item, the nature of which is not specified, has an average score of 3.70 ($SD = 1.10$), which is in line with other aspects of social support. The overall assessment of social support is $M = 3.78$ ($SD = 0.87$), indicating a generally satisfactory level of perception of support among respondents. The standard deviations for all dimensions are moderate, meaning that the perception of support is relatively homogeneous in the studied group, with some individual differences.

In order to examine the differences in the perception of social support to the type of cardiovascular disease, a one-way analysis of variance (ANOVA) was conducted. Levene's test indicates that the variances are homogeneous ($F(2,94) = 3.286$, $P = 0.052$). The results obtained, at a 5% risk, show that there is no statistically significant difference in the perception of social support to the type of cardiovascular disease ($F(2,94) = 0.059$, $P = 0.942$).

Discussion

The results of this study conducted in Croatia provide insight into the level of perceived social support among people with cardiovascular disease. The highest average score was given to the dimension of gentle support ($M = 4.01$; $SD = 1.07$), which indicates that the respondents perceive warm, caring and empathic support from their social environment to the greatest extent. This is followed by tangible support ($M = 3.93$; $SD = 1.08$), which denotes concrete, practical help, as well as positive social interaction ($M = 3.74$; $SD = 0.99$), which indicates a good level of pleasant and useful interpersonal relationships. The dimension of emotional support also records a relatively high mean value ($M = 3.65$; $SD = 0.92$), which shows that the respondents feel significant emotional support in everyday life. An additional item, the nature of which is not specified, has an average score of 3.70 ($SD = 1.10$), which is in line with other aspects of social support. The overall assessment of social support is $M = 3.78$ ($SD = 0.87$), which indicates a generally satisfactory level of perception of support among respondents.

A study conducted in the Netherlands on a sample of 191 patients suffering from chronic obstructive pulmonary disease reported the highest level of support in the domain of positive social interactions, while gentle support tied for second place with tangible support. Patients with inadequate support reported more severe symptoms of the disease (10). A study conducted on Iranian patients suffering from breast cancer confirmed a high level of social support, most in the domain of positive social interactions, which suggests that social interaction is easily accessible to them and helps them cope with the outcomes of their disease. The lowest rated support was in the domain of emotional/informational support. The domain of positive social interaction in this study was correlated with better quality of life (11). Studies conducted on the population of cardiovascular patients and patients suffering from chronic diseases according to the MOS Social Support Survey most often report the highest level of emotional/informational support and positive social interactions, while gentle support is in the middle or at the bottom of the scale of social support (10, 11). In the research, tangible support is the lowest on the scales, while in the research of this paper it is in second place. The results of this study deviate from the available data, therefore they provide a valuable overview of the results of social support related to a sample of cardiovascular patients in Croatia.

Results of the analysis of differences in perceived social support according to the type of cardiovascular disease did not confirm the assumption that there is a statistically significant difference in the perception of social support to the type of cardiovascular disease. The study by Wenn et al. also examined whether there is a significant difference in the perception of social support to the type of cardiovascular disease, but this hypothesis was not confirmed in their study either (10). It is also important to note that in the results of their study, they found the greatest support in the domain of positive social interactions (10). Maunder et al. also investigated whether there is a difference, but in a larger sample of patients diagnosed with cardiac arrest, and confirmed that there is no statistically significant difference in perceived social support (12). Good social support encourages the patient to participate in physical activities and adhere to therapy (13). Adherence to therapeutic regimen and exercise are reported by patients with high levels

of support (14). Low social support is a factor associated with insufficient self-help (15). Research by Chen M and Che C. indicates the need for social reintegration of elderly people suffering from chronic conditions and improvement of their self-management skills (16).

It is important to highlight some limitations of the study, such as its reliance on self-reports, the uneven number of subjects in each group, and the fact that it is a cross-sectional study that does not allow for insight into changes over time. Nevertheless, the findings provide valuable insights that can be used in planning health interventions aimed at strengthening social support in cardiac patients, especially those who are older and single.

Conclusion

The results of the study did not confirm the assumption that there is a statistically significant difference in the perception of social support to the type of cardiovascular disease. The results of the study positively respond to the set goal, where the sample of cardiovascular patients reports a satisfactory level of social support. The highest values were recorded in the domain of gentle support, followed by the domain of tangible support and positive social interaction, and the last domain is emotional support. Overall social support indicates a moderately high level of support.

References

1. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants. *Lancet*. 2021;398(10304):957-80. doi:10.1016/S0140-6736(21)01330-1
2. Laurent S, Boutouyrie P. Arterial Stiffness and Hypertension in the Elderly. *Front Cardiovasc Med*. 2020;7:544302. doi:10.3389/fcvm.2020.544302
3. Case BC, Waksman R. Coronary Heart Disease: Have We Reached a Plateau in Primary Prevention?. *J Am Heart Assoc*. 2020;9(7):e04963. doi:10.1161/JAHA.120.016034
4. Townsend N, Kazakiewicz D, Lucy Wright F, i sur. Epidemiology of cardiovascular disease in Europe. *Nat Rev Cardiol*. 2022;19(2):133-43. doi:10.1038/s41569-021-00607-3
5. Kallehoff JP, Oparil S. The Story of the Silent Killer : A History of Hypertension: Its Discovery, Diagnosis, Treatment, and Debates. *Curr Hypertens Rep*. 2020;22(9):72. doi:10.1007/s11906-020-01077-7
6. Veskovic J, Cvetkovic M, Tahirovic E, i sur. Depression, anxiety, and quality of life as predictors of rehospitalization in patients with chronic heart failure. *BMC Cardiovasc Disord*. 2023;23(1):525. doi:10.1186/s12872-023-03500-8
7. Wenn P, Meshoyrer D, Barber M, i sur. Perceived Social Support and its Effects on Treatment Compliance and Quality of Life in Cardiac Patients. *J Patient Exp*. 2022;9:23743735221074170. doi:10.1177/23743735221074170
8. Havelka Meštrović A, Havelka M. Zdravstvena psihologija: psihosocijalne osnove zdravlja. Zagreb: Medicinska naklada; 2020.
9. Sherbourne CD, Stewart AL. The MOS social support survey. *Soc Sci Med*. 1991;32(6):705-14. doi:10.1016/0277-9536(91)90150-b
10. Stoustrup AL, Janssen DJA, Nakken N, Wouters EFM, Marques A, Weinreich UM, i sur. Association of inadequate social support and clinical outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease - A cross-sectional study. *Respir Med*. 2024;226:107625. doi:10.1016/j.rmed.2024.107625.
11. Zamanian H, Daryaafzoon M, Foroozanfar S, i sur. Which Domains of Social Support Better Predict Quality of Life of Women with Breast Cancer? A Cross-Sectional Study. *Asia Pac J Oncol Nurs*. 2021;8(2):211-7. doi:10.4103/apjon.apjon_47_20
12. Maunder RG, Nolan RP, Park JS, James R, Newton G. Social support and the consequences of heart failure compared with other cardiac diseases: The contribution of support received within an attachment relationship. *Arch Cardiovasc Dis*. 2015;108(8-9):437-45. doi:10.1016/j.acvd.2015.03.005.

13. Maunder RG, Nolan RP, Park JS, James R, Newton G. Social support and the consequences of heart failure compared with other cardiac diseases: The contribution of support received within an attachment relationship. *Arch Cardiovasc Dis.* 2015;108(8-9):437-45. doi: 10.1016/j.acvd.2015.03.005.
14. Polikandrioti M. Perceived Social Isolation in Heart Failure. *J Innov Card Rhythm Manag.* 2022;13(6):5041-7. doi:10.19102/icrm.2022.130606
15. Sugebo ES, Kassie TW, Gobena T, Tibore TK, Sebro SF, Ermolo TL. Self-care behavior and associated factors among adult heart failure patients in outpatient cardiac follow-up unit at Wachemo University Nigist Eleni Comprehensive Specialized Hospital, Southern Ethiopia. *BMC Cardiovasc Disord.* 2024;24(1):238. doi:10.1186/s12872-024-03901-3
16. Chen M, Che C. Perceived social support, self-management, perceived stress, and post-traumatic growth in older patients following stroke: Chain mediation analysis. *Medicine (Baltimore).* 2024;103(29):e38836. doi:10.1097/MD.0000000000038836

Presentation ID / Sunum No= 63

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: First Author ORCID: 0000-0001-5836-2344 Second Author ORCID: 0000-0002-2167-4253

Primary Mediastinal Yolk Sac Tumor Mimicking Lymphoma: A Diagnostic Challenge

316

Assoc. Prof. Dr. Mahi Balcı¹, Asst. Prof. Dr. Şeyma Öztürk¹

¹Department of Pathology, Faculty of Medicine, Kırıkkale University, Kırıkkale, Turkey.

*Corresponding author: Mahi Balcı

Abstract

Mediastinal germ cell tumors are the most common extragonadal germ cell tumors. Although yolk sac tumor represents a recognized histological subtype, primary mediastinal yolk sac tumor remains extremely rare. Anterior mediastinal masses encompass a broad differential diagnosis, including thymic epithelial neoplasms, lymphoma, germ cell tumors, and thyroid lesions, making clinical and radiological distinction challenging. We report a 30-year-old male presenting with cough and sweating. Thoracic computed tomography demonstrated massive right-sided pleural effusion, posterior basal atelectasis, and multiple anterior mediastinal masses, the largest measuring 8.2 × 5 cm, with bilateral pulmonary nodules. PET imaging revealed a multiloculated mass extending to the right paracardiac region. Radiologically, lymphoma was initially suspected. Serum tumor markers were markedly elevated (AFP: 1200 ng/mL, β-hCG: 10,000 mIU/mL). Scrotal ultrasonography showed both testes within normal limits except for minimal echogenic foci in the left testis. Frozen section analysis of the mediastinal mass biopsy indicated malignancy, and definitive subtyping was deferred to permanent sections. Histopathology revealed atypical epithelioid tumor cells forming microcystic and glandular structures with necrosis. Immunohistochemically, tumor cells were positive for AFP, SALL4, and pancytokeratin, and negative for TTF-1, Napsin A, PAX8, CD117, OCT3/4, CD30, and calretinin. Despite markedly elevated β-hCG levels, no choriocarcinomatous component was identified. The findings supported the diagnosis of primary mediastinal yolk sac tumor. This case provides an instructive example of the importance of a multidisciplinary diagnostic approach in the evaluation of anterior mediastinal masses.

Keywords: Primary Mediastinal Yolk Sac Tumor, Mediastinal Germ Cell Tumor, Anterior Mediastinal Mass, Pathogenesis, Differential Diagnosis

Lenfomayı Taklit Eden Primer Mediastinal Yolk Sac Tümörü: Tanısal Bir Zorluk

Özet

Mediastinal germ hücreli tümörler, ekstragonadal germ hücreli tümörlerin en sık görülen grubunu oluşturur. Yolk sac tümörü bu grubun bilinen histolojik alt tiplerinden biri olmakla birlikte, primer

mediastinal yolk sac tümörü oldukça nadirdir. Ön mediastinal kitlelerin ayırıcı tanısında timik epitelyal neoplaziler, lenfoma, germ hücreli tümörler ve tiroid lezyonları yer almakta olup, klinik ve radyolojik ayırım güçlük oluşturmaktadır. Otuz yaşındaki erkek hasta öksürük ve terleme şikâyeti ile başvurdu. Toraks bilgisayarlı tomografisinde sağ hemitoraksta masif plevral efüzyon, sağ alt lob posterobazal atelektazi ve ön mediastende en büyüğü 8,2 × 5 cm ölçülen çok sayıda solid kitle ile bilateral pulmoner nodüller saptandı. PET incelemede sağ parakardiyak alana uzanan multiloküle mediastinal kitle izlendi. Radyolojik olarak öncelikle lenfoma düşünüldü. Serum tümör belirteçleri belirgin yüksek bulundu (AFP: 1200 ng/mL, β-hCG: 10.000 mIU/mL). Skrotal ultrasonografide her iki testis normal boyut ve konumda olup, sol testiste minimal ekojen odaklar izlendi. Mediastinal kitleden yapılan frozen kesit incelemesinde malignite saptandı ve kesin alt tip tayini parafin kesitlere bırakıldı. Histopatolojik değerlendirmede mikrokistik ve glandüler yapılar oluşturan, yer yer nekroz içeren atipik epitelioid tümör hücreleri izlendi. İmmünohistokimyasal olarak tümör hücreleri AFP, SALL4 ve pansitokeratin ile pozitif, TTF-1, Napsin A, PAX8, CD117, OCT3/4, CD30 ve kalretinin ile negatifti. Belirgin β-hCG yüksekliğine rağmen koriokarsinom komponenti saptanmadı. Bulgular primer mediastinal yolk sac tümörü ile uyumlu bulundu. Bu olgu, ön mediastinal kitlelerin değerlendirilmesinde multidisipliner tanısall yaklaşımın önemini vurgulayan öğretici bir örnek niteliğindedir.

Anahtar Kelimeler: Primer Mediastinal Yolk Sac Tümörü, Mediastinal Germ Hücreli Tümör, Ön Mediastinal Kitle, Patogenez, Ayırıcı Tanı

INTRODUCTION

Primary mediastinal germ cell tumors (PMGCTs) are rare neoplasms arising in the anterior mediastinum and account for approximately 1–4% of all germ cell tumors.¹ The mediastinum represents the most common site of extragonadal germ cell tumors.¹ Within this spectrum, tumors are broadly categorized as seminomatous and non-seminomatous, the latter including embryonal carcinoma, choriocarcinoma, mixed germ cell tumor, teratoma, and yolk sac tumor (YST).¹

Among mediastinal germ cell tumors, seminoma and teratomatous tumors predominate, whereas pure non-seminomatous entities such as primary mediastinal yolk sac tumor (PMYST) constitute a smaller subset.² PMYST is therefore considered an uncommon but clinically significant diagnostic entity.

The histogenesis of extragonadal germ cell tumors is best explained by aberrant migration of primordial germ cells during embryogenesis. Primordial germ cells originate from the yolk sac endoderm and migrate along the midline to the developing gonadal ridges. Arrest or ectopic sequestration during this migration is believed to underlie tumor development in midline structures such as the mediastinum.³ This developmental perspective explains both the midline predilection and the capacity of germ cell tumors to recapitulate embryonic and extraembryonic differentiation programs.

Radiologically, anterior mediastinal masses encompass a broad differential diagnosis including thymic epithelial neoplasms, lymphoma, metastatic carcinoma, and germ cell tumors.² Accurate diagnosis therefore requires integration of clinical findings, serum tumor markers, histopathology, and immunohistochemistry.

CASE PRESENTATION

A 30-year-old male presented with persistent cough, excessive sweating, and unintentional weight loss. Thoracic computed tomography demonstrated massive right-sided pleural effusion, posterior basal atelectasis, and multiple anterior mediastinal masses, the largest measuring 8.2 × 5 cm. Bilateral pulmonary nodules were also identified. Positron emission tomography revealed a multiloculated

hypermetabolic mass extending to the right paracardiac region. Radiologically, lymphoma was initially suspected.

Laboratory evaluation revealed markedly elevated serum alpha-fetoprotein (AFP) (1200 ng/mL) and beta-human chorionic gonadotropin (β -hCG) (10,000 mIU/mL). Scrotal ultrasonography showed no evidence of a primary gonadal tumor.

The frozen section material consisted of multiple fragile, hemorrhagic, and partially necrotic tissue fragments. Intraoperative evaluation confirmed a malignant neoplasm; however, definitive subtyping was deferred to permanent sections.

Permanent sections demonstrated a malignant epithelial neoplasm composed of atypical epithelioid cells arranged predominantly in microcystic, glandular, and reticular patterns (Figure 1). Foci of hemorrhage and necrosis were present (Figure 2). Careful examination of hemorrhagic areas did not reveal syncytiotrophoblastic cells or seminomatous components. The tumor cells exhibited moderate eosinophilic cytoplasm, vesicular nuclei, and prominent nucleoli.

Immunohistochemically, tumor cells showed diffuse strong nuclear positivity for SALL4 (Figure 3) and diffuse cytoplasmic positivity for AFP (Figure 4). Pancytokeratin was diffusely positive. The tumor was negative for TTF-1, Napsin A, PAX8, CD117, OCT3/4, CD30, and calretinin. Based on morphologic and immunophenotypic findings, a diagnosis of primary mediastinal yolk sac tumor was rendered.

DISCUSSION

Mediastinal germ cell tumors differ from their gonadal counterparts in both distribution and histologic composition. Large series demonstrate that seminoma and teratomatous tumors predominate, whereas pure yolk sac tumors represent a smaller fraction of mediastinal cases.² In this context, PMYST remains an uncommon diagnostic entity.

From a developmental standpoint, germ cell tumors are best interpreted within a pluripotent framework. Primordial germ cells arise from the yolk sac endoderm and retain the capacity to differentiate along embryonic and extraembryonic lineages.³ This pluripotentiality underlies the diverse morphologic patterns observed in germ cell tumors and explains AFP production in yolk sac differentiation.

From a diagnostic perspective, anterior mediastinal tumors in males may exhibit glandular or pseudoglandular architecture, raising a differential diagnosis that includes thymic carcinoma, metastatic adenocarcinoma (particularly pulmonary), PAX8-positive metastatic carcinomas, and epithelioid mesothelioma.² In such settings, markedly elevated AFP levels combined with a characteristic immunophenotype—diffuse nuclear SALL4 positivity, cytoplasmic AFP expression, and absence of OCT3/4 and CD30 staining—strongly support a diagnosis of YST, particularly in the mediastinal setting.⁴ The absence of OCT3/4 and CD30 staining further excludes seminoma and embryonal carcinoma.

Clinically, the patient presented with excessive sweating and weight loss, systemic symptoms that may overlap with so-called “B symptoms” classically associated with lymphoma. In conjunction with a bulky anterior mediastinal mass and bilateral pulmonary nodules, this constellation contributed to the initial radiologic impression of lymphoma. Such clinical overlap highlights the importance of correlating systemic symptoms with serum tumor markers and histopathologic findings, as mediastinal germ cell tumors may closely mimic hematologic malignancies at presentation.

The presence of multiple bilateral pulmonary nodules at diagnosis raises concern for metastatic dissemination and reflects the biologic aggressiveness frequently associated with mediastinal non-

seminomatous germ cell tumors.¹ Mediastinal location itself has been recognized as an adverse prognostic factor in non-seminomatous germ cell tumors compared with their gonadal counterparts.¹ Early recognition and accurate classification are therefore critical for appropriate management.

Although serum β -hCG was markedly elevated in our case, no morphologic evidence of choriocarcinomatous differentiation or seminomatous component was identified, even after extensive sampling of hemorrhagic areas. Classically, hCG production is associated with trophoblastic differentiation; however, germ cell tumors are biologically characterized by retained developmental plasticity. Primordial germ cell–derived neoplasms maintain epigenetic and transcriptional programs that permit activation of embryonic and extraembryonic lineages under permissive conditions. In this context, partial activation of trophoblastic differentiation pathways may occur at a molecular level without overt morphologic manifestation.

Tahara et al described a yolk sac tumor in which metastatic lesions demonstrated hCG positivity, suggesting phenotypic alteration during tumor progression.⁵ Similarly, Ji et al reported elevated serum β -hCG in a tumor exhibiting yolk sac tumor–like differentiation without definitive trophoblastic morphology, supporting the concept of aberrant or incomplete lineage activation.⁶ These findings reinforce the view that serum tumor markers may reflect underlying transcriptional programs rather than strictly morphologically recognizable differentiation.

Accordingly, the discordance between markedly elevated β -hCG levels and the absence of identifiable trophoblastic elements in the present case may be attributed to intratumoral heterogeneity, partial lineage commitment, or molecular-level differentiation that is not fully expressed histologically. Germ cell tumors may therefore be conceptualized not as fixed morphologic categories, but as dynamic entities situated along a continuum of embryonic lineage specification.

Published case reports further highlight the rarity of pure PMYST and its occurrence across a wide age spectrum.^{7–9} Collectively, these findings underscore the importance of integrating morphologic, immunophenotypic, serologic, and clinical data in the evaluation of anterior mediastinal masses.

CONCLUSION

Primary mediastinal yolk sac tumor is an uncommon but aggressive germ cell neoplasm that may clinically and radiologically mimic lymphoma. Recognition of its developmental origin and pluripotent differentiation capacity is essential for accurate interpretation of morphologic and serologic findings. Integration of imaging, serum tumor markers, histopathology, and immunophenotyping remains critical in the evaluation of anterior mediastinal masses.

REFERENCES

1. WHO Classification of Tumours Editorial Board. Thoracic Tumours. 5th ed. IARC; 2021.
2. Moran CA. Germ cell tumors of the mediastinum. *Pathol Res Pract*. 1999;195:583-587. doi:10.1016/S0344-0338(99)80009-0
3. Oosterhuis JW, Looijenga LHJ. Human germ cell tumors from a developmental perspective. *Nat Rev Cancer*. 2019;19:522-537. doi:10.1038/s41568-019-0178-9
4. Weissferdt A, Kalhor N, Rodriguez Canales J, et al. Primary mediastinal yolk sac tumors: an immunohistochemical analysis of 14 cases. *Appl Immunohistochem Mol Morphol*. 2019;27:125-133. doi:10.1097/PAL.0000000000000442

5. Tahara H, Hirokawa T, Oyama T, et al. Gastric yolk sac tumor complicated with beta-human chorionic gonadotropin-producing metastases. *Intern Med.* 2008;47:2179-2183. doi:10.2169/internalmedicine.47.1385
6. Ji M, Lu Y, Guo L, et al. Endometrial carcinoma with yolk sac tumor-like differentiation and elevated serum β -hCG. *Onco Targets Ther.* 2013;6:1515-1522. doi:10.2147/OTT.S51983
7. Silva LLCD, Vergilio FS, Yamaguti DCC, et al. Yolk sac primary tumor of mediastinum: a rare case in a young adult. *Einstein (Sao Paulo).* 2017;15:496-499. doi:10.1590/S1679-45082017RC4008
8. Nakhla SG, Sundararajan S. A rare case of primary anterior mediastinal yolk sac tumor in an elderly adult male. *Case Rep Oncol Med.* 2016;2016:8961486. doi:10.1155/2016/8961486
9. Coskun U, Günel N, Yildirim Y, et al. Primary mediastinal yolk sac tumor in a 66-year-old woman. *Med Princ Pract.* 2002;11:218-220. doi:10.1159/000065812

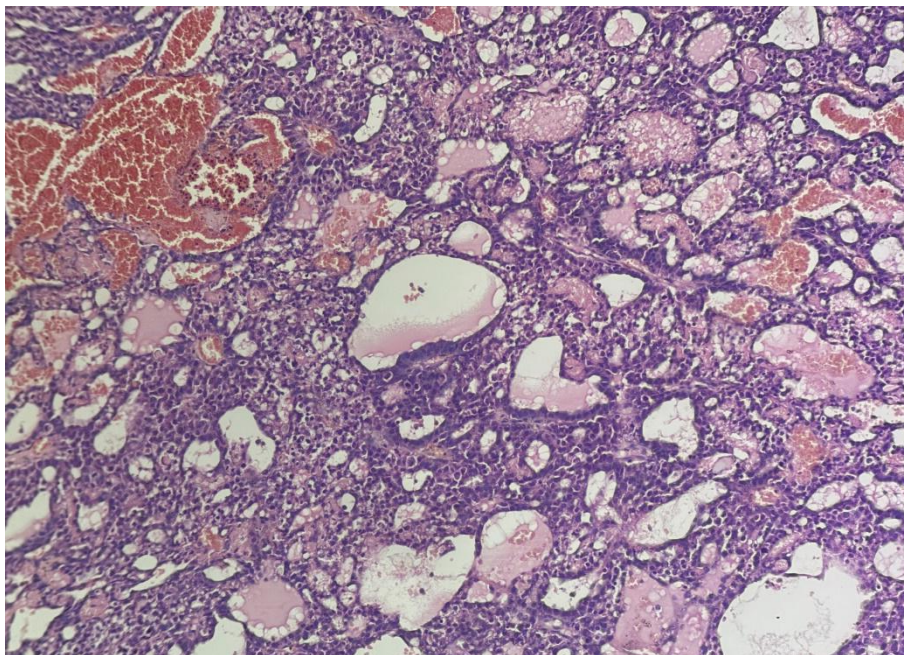


Figure 1. Reticular and microcystic architecture with focal hemorrhage, consistent with extraembryonic differentiation typical of yolk sac tumor (H&E, $\times 100$).

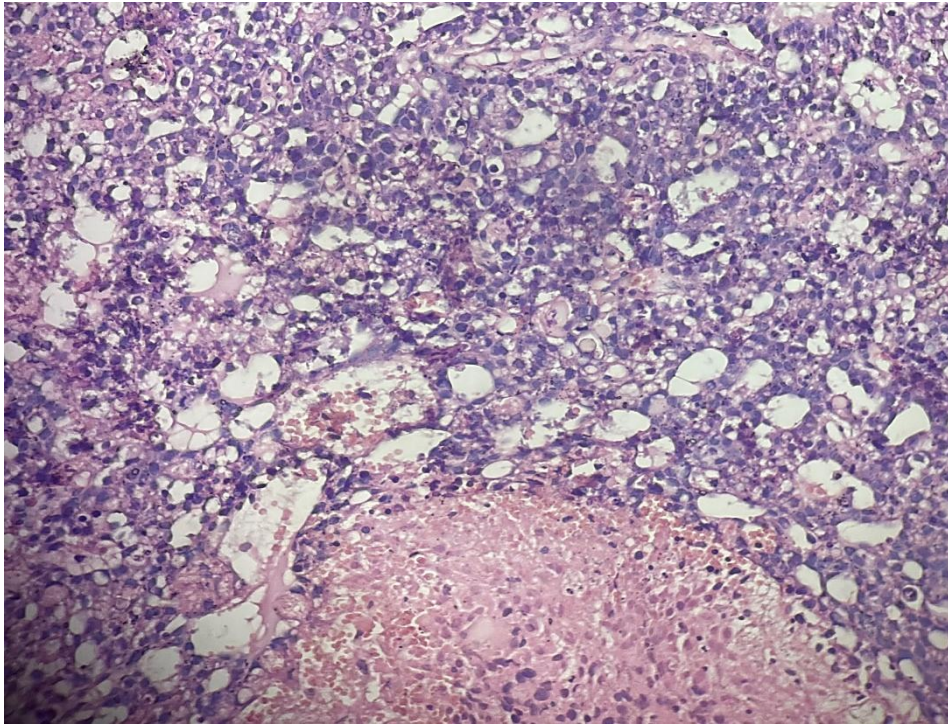


Figure 2. Reticular and microcystic growth pattern with prominent necrosis (H&E, ×200).

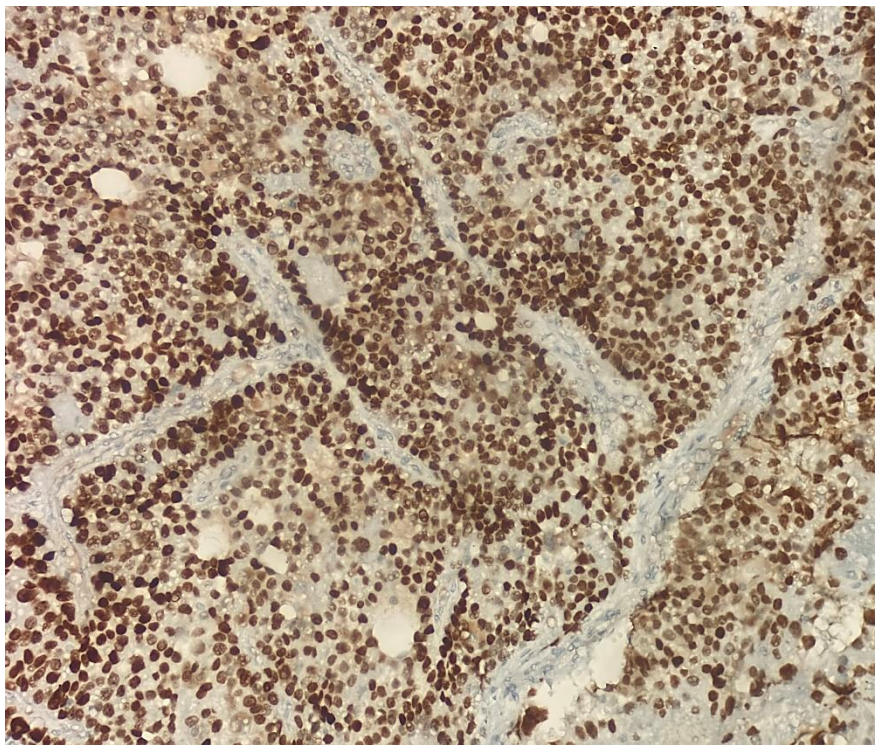


Figure 3. Tumor cells demonstrating diffuse strong nuclear immunoreactivity for SALL4 (×200).

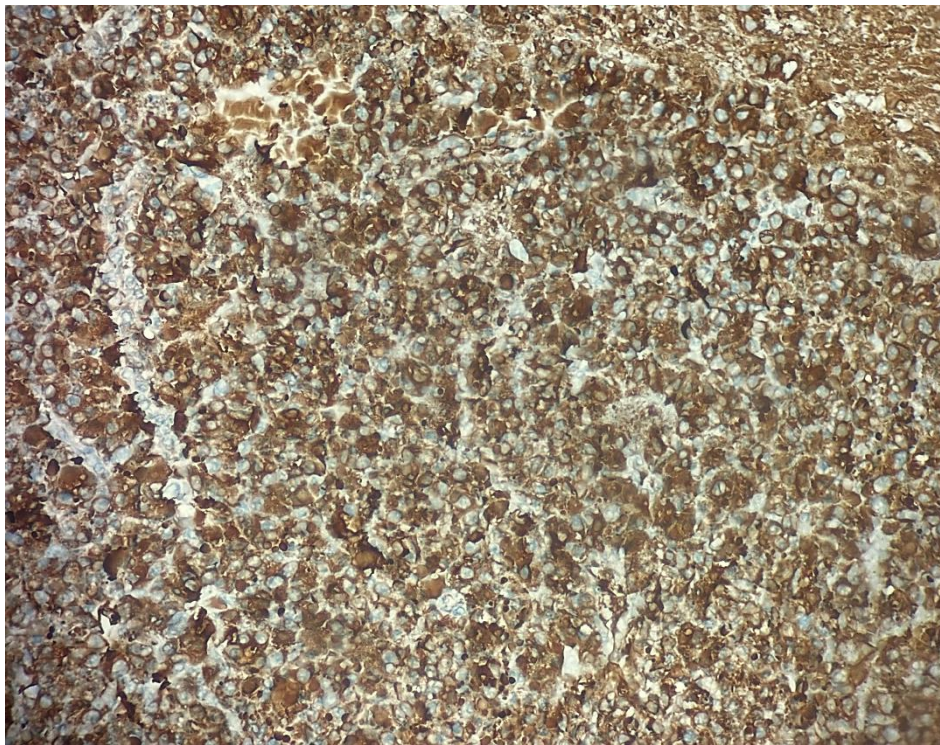


Figure 4. Diffuse cytoplasmic immunoreactivity for AFP in tumor cells (immunohistochemistry, $\times 200$).

Presentation ID / Sunum No= 66

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-3484-1276

3. Ventrikül Lezyonlarında Endoskopik Yaklaşım: Tek Merkezli Vaka Serisi

323

Dr. Rıdvan Açıkalm¹

¹VM Mersin Medicalpark

Özet

Üçüncü Ventrikül bölge tümörleri derin yerleşimli olmaları, önemli yapılara olan komşulukları ve BOS dolaşımı için kritik bölgede olmaları nedeni ile büyük önem teşkil etmektedir. Buradaki kitleler genelde benign olmasına rağmen arrest hidrosefaliye neden olabileceğinden cerrahi tedavi önerilmektedir. Bölge lezyonlarının çoğu cerrahi ekspozisyonu önemli beyin yapılarından içinden geçmeyi gerektirmektedir. Konvansiyonel kraniotomi ile açık cerrahi veya endoskopik ve stereotaktik cerrahi yaklaşımlar klinik iyileşme sağlanması ve patolojik tanı koyulabilmesi için biyopsi alınması sağlayan yöntemlerdir. Ancak derin yerleşimli olan bu tümörlerde cerrahi yaklaşım belirlenmesi zordur ve büyük riskler oluşturmaktadır. Bu alışmada kliniğimizedeki pineal bölge cerrahisi yapılan hastaların cerrahi yaklaşımları ve klinik takip verileri anlatılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hidrosefali, Nöroendoskopi, 3.Ventrikülostomi

Giriş ve Amaç: 3. Ventrikül bölge tümörleri derin yerleşimli olmaları, önemli yapılara olan komşulukları ve BOS dolaşımı için kritik bölgede olmaları nedeni

ile büyük önem teşkil etmektedir. Buradaki kitleler genelde benign olmasına rağmen arrest hidrosefaliye neden olabileceğinden cerrahi tedavi önerilmektedir.

Bölge lezyonlarının çoğu cerrahi ekspozisyonu önemli beyin yapılarından içinden geçmeyi gerektirmektedir. Konvansiyonel kraniotomi ile açık cerrahi,

endoskopik ve stereotaktik cerrahi yaklaşımlar klinik iyileşme sağlanması ve patolojik tanı koyulabilmesi için biyopsi alınması sağlayan yöntemlerdir. Ancak derin yerleşimli olan bu tümörlerde cerrahi

yaklaşım belirlenmesi zordur ve büyük riskler oluşturmaktadır. Bu alışmada kliniğimizedeki pineal bölge cerrahisi yapılan hastaların cerrahi yaklaşımları ve klinik takip verileri anlatılmıştır.

Gereç ve Yöntem: 2018 ve 2025 yılları arasındaki 3. Ventrikül tanısı almış hastaların retrospektif çalışması düzenlenmiş, hastaların radyolojik

görüntülemeleri ve bulguları, cerrahi yaklaşımları, intraoperatif ve postoperatif patolojik tanıları ile takiplerindeki radyolojik ve semptomatik seyir

incelenmiştir. Bu çalışmada 3. Ventrikül bölge cerrahisi yapılan 5 hasta değerlendirilmiştir. Yaş ortalaması 41'dir. 1 hastanın (%20) triventriküler hidrosefalisi,

1 hastanın (%20) tetraventriküler hidrosefalisi mevcuttu.

Bütün hastalara ilk cerrahi girişim olarak biyopsi alınması ve sağ frontal kraniyotomi ile endoskopik üçüncü

ventrikülotomi (ETV) cerrahisi yapılmıştır. 2 hasta'da (%40) aynı seansta eksternal ventriküler drenaj yerleştirilmesi cerrahisi de yapılmıştır. Bütün cerrahiler nöronavigasyon eşliğinde yapılmıştır.

Bulgular: En sık başvuru sebebi baş ağrısı oldu. Ortalama hastanede yatma süresi 6.8 gün, ortalama takip süresi 23 ay şeklindedir. Bu süreçte 1 hastaya (%20) VP şant takılmış, 1 hasta

histopatolojik tanısı aldıktan sonra uygun KT/RT tedavisini almış ve ek

cerrahi girişim yapılmamıştır. Hastaların histopatolojik tanıları kolloid kist, germ hücreli tümör ve klasifiye edilemeyenler olarak çıkmıştır.

Hastaların takiplerinin sonunda klinikleri hepsinde asemptomatik, radyolojik bulguları tüm hastalarda stabil seyirli olarak izlenmiştir.

Sonuç: Nöroendoskopik biyopsi güvenli, efektif, düşük giderli başlangıç

prosedürü olup düşük morbiditesi ile hastanın postoperatif günlük hayata dönüşünü kolaylaştırmaktadır. Hidrosefalisi olan ve derin yerleşimli,

ulaşımı zor olan tümörü olan hastalarda nöroendoskopi ile eş zamanlı

biyopsi alınması, ETV veya septostomi ile BOS diversiyonu yapılabilmesi

açısından en uygun cerrahi yöntemdir.

Presentation ID / Sunum No= 67

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-3484-1276

İntrakranyal Tümörlerde Navigasyon Yardımlı Çerçevesiz Biyopsi Vakalarının Analizi

325

Dr. Rıdvan Açıklan¹

¹VM Medical Park Mersin

Özet

Teknolojideki gelişmelerden tıp da nasibini almakta, buna bağlı olarak radyolojik tekniklerdeki gelişmeler sonucunda intrakraniyal lezyonların küçük boyutlarda derin yerleşimli lezyonlar bile erken saptanmakta ve büyük kraniyotomi yerine daha az invaziv olan navigasyon yardımlı biyopsi ile patolojik örnekleme yapılarak tanı konulabilmektedir. Bu çalışma ile kliniğimizde yaptığımız navigasyon yardımlı çerçevesiz biyopsi vakalarını analiz etmeyi ve literatür ile karşılaştırmayı amaçladık .Bu çalışmada kliniğimizde 2020-2025 yılları arasında navigasyon yardımlı çerçevesiz biyopsi işlemi yapılan 23 hasta retrospektif olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Bu hastalar yaş, cinsiyet, patolojik tanı, yerleşim ve komplikasyonlar yönünden analiz edildi. Çerçeve maliyeti nedeni ile kliniklerin ulaşamama durumunda çerçevesiz navigasyon ile biyopsinin alternatif yaratmasını araştırmayı amaçladık

Anahtar Kelimeler: Navigasyon Yardımlı Çerçevesiz Biyopsi, Patolojik Tanı, Minimal İnvaziv, İntrakranyal Tümör

Giriş ve Amaç: Teknolojideki gelişmelerden tıp da nasibini almakta, buna bağlı olarak radyolojik tekniklerdeki gelişmeler sonucunda intrakraniyal

lezyonların küçük boyutlarda derin yerleşimli lezyonlar bile erken saptanmakta ve büyük kraniyotomi yerine daha az invaziv olan navigasyon yardımlı biyopsi

ile patolojik örnekleme yapılarak tanı konulabilmektedir. Bu çalışma ile kliniğimizde yaptığımız navigasyon yardımlı çerçevesiz biyopsi vakalarını analiz

etmeyi ve literatür ile karşılaştırmayı amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Bu çalışmada kliniğimizde 2020-2025 yılları arasında

navigasyon yardımlı çerçevesiz biyopsi işlemi yapılan 23 hasta retrospektif olarak çalışmaya dahil edilmiştir. Bu hastalar yaş, cinsiyet,

patolojik tanı, yerleşim ve komplikasyonlar yönünden analiz edildi.

Bulgular: Navigasyon yardımlı çerçevesiz biyopsi yapılan olgular 16 (%69.5) erkek ve

7 (%30.5) kadın olmak üzere hastaların yaş ortalaması 59.3 olarak hesaplandı. Bu olgulardan 12'si metastatik tümör, 5'i glial tümör, 1'ü lenfoma, 5'i nondiagnostic

olarak gruplandırıldı. Tümörlerin 11'i parietal lob, 7'si frontal lob, 3'ü temporalal lob, 1'i beyin sapı ve 1'i talamus yerleşimliydi. Vakalardan 8'inde tek lezyon mevcutken

4'ünde multipl lezyonlar mevcuttu. Postoperatif 1 hastamızda intraserebral hematoma komplikasyonu gelişirken 22 hastada işleme bağlı bir komplikasyon izlenmedi.

Sonuç: Navigasyon yardımıyla beyin tümörlerinde biyopsi örneği almak

güvenli, basit ve yüksek tanı değeri olan işlemdir. Özellikle çerçevesiz olması hastanın konforu açısından büyük rahatlık sağlamaktadır. Bu avantajlarına karşın

patolojik tanıya ulaşamama ve multiform yapıları tümörlerin farklı noktalarının farklı sonuçlar vermesi bazı dezavantajlarıdır. Navigasyon yardımcı

biyopsi, derin yerleşimli ve rezeksiyonu zor olan vakalarda güvenilir olması aynı zamanda operasyon süresini kısaltması sebebiyle beyin cerrahisi

pratiğinde önemli bir yeri tutmaktadır.

Presentation ID / Sunum No= 79

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-4945-9328

Osteogenesis Imperfekta Tanılı Pediatrik Hastada Total İntravenöz Anestezi Uygulaması: Olgu Sunumu

327

Assoc. Prof. Dr. Erhan Gökçek¹

¹Gazi Yaşargil Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, Diyarbakır, Türkiye

Özet

Giriş: Osteogenesis imperfekta (OI), tip I kollajen sentez bozukluğuna bağlı gelişen, kemik fragilitesi ve tekrarlayan kırıklarla seyreden kalıtsal bir bağ dokusu hastalığıdır. Klinik olarak kısa boy, kemik deformiteleri, mavi sklera ve sık fraktürler ile karakterizedir. Anestezi yönetimi, zor hava yolu olasılığı, servikal instabilite, mandibular fragilite, pozisyon sırasında yeni kırık gelişme riski ve nadiren bildirilen hipermetabolik reaksiyonlar nedeniyle dikkat gerektirir. Bu nedenle minimal travma prensibi ve uygun anestezi tekniği seçimi önem taşır. **Olgu Sunumu:** Sekiz yaşında erkek hasta, sol femur kırığı nedeniyle ortopedik cerrahi için ameliyata alındı. Hastanın bilinen OI tanısı mevcut olup aile öyküsünde de benzer hastalık olduğu öğrenildi. Daha önce sağ femur kırığı dahil olmak üzere çoklu ortopedik operasyonlar geçirmişti. Preoperatif değerlendirmede kemik deformiteleri mevcuttu, belirgin zor hava yolu bulgusu saptanmadı. Olası hipermetabolik yanıt riskine karşı volatil anesteziiklerden kaçınılmasına karar verildi. Anestezi cihazındaki vaporizatörler çıkarıldı, devre ve CO₂ absorbant değiştirildi ve sistem yüksek akım oksijen ile yıkandı. Total intravenöz anestezi (propofol ve remifentanil infüzyonu) uygulandı. Hava yolu 2.5 numara laringeal maske ile nazik şekilde sağlandı. Pozisyonlama ped destekli ve travmadan kaçınılarak gerçekleştirildi. Bulgular: İntraoperatif dönemde hemodinamik parametreler stabil seyretti. ETCO₂ ve vücut ısı normal sınırlar içinde izlendi. Hipertermi, metabolik asidoz veya ek fraktür gelişimi gözlenmedi. Operasyon sonunda hasta sorunsuz şekilde ekstübe edildi ve postoperatif dönemde komplikasyon izlenmedi. **Sonuç:** OI tanılı pediatrik hastalarda dikkatli preoperatif hazırlık, travmasız hava yolu yönetimi ve volatil ajanlardan kaçınarak total intravenöz anestezi uygulanması güvenli bir perioperatif yaklaşım sağlayabilir. Bu olgu, uygun planlama ile komplikasyonsuz anestezi yönetiminin mümkün olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Optik Sinir Kılıf Çapı, Total Laparoskopik Histerektomi, Vajinal Doğal Orifis Transluminal Endoskopik Cerrahi

Total Intravenous Anesthesia in a Pediatric Patient With Osteogenesis Imperfecta: A Case Report

Abstract

Introduction: Osteogenesis imperfecta (OI) is a hereditary connective tissue disorder caused by defects in type I collagen synthesis, characterized by bone fragility and recurrent fractures. Clinically, patients may present with short stature, skeletal deformities, blue sclera, and frequent fractures. Anesthetic management in OI is challenging due to the potential for difficult airway, cervical spine instability, mandibular fragility, risk of new fractures during positioning, and rarely reported hypermetabolic reactions. Therefore, a minimally traumatic approach and careful selection of anesthetic technique are essential. **Case Presentation:** An eight-year-old boy was scheduled for orthopedic surgery due to a left femur fracture. He had a known diagnosis of OI, and a positive family history was reported. The patient had previously undergone multiple orthopedic procedures, including surgery for a right femur fracture. Preoperative evaluation revealed skeletal deformities without obvious signs of difficult airway. Considering the potential risk of hypermetabolic response, volatile anesthetic agents were avoided. Vaporizers were removed from the anesthesia machine, the breathing circuit and CO₂ absorbent were replaced, and the system was flushed with high-flow oxygen. Total intravenous anesthesia (TIVA) was administered using propofol and remifentanyl infusions. The airway was gently secured with a size 2.5 laryngeal mask airway. Positioning was performed carefully with adequate padding to minimize trauma. **Results:** Intraoperatively, hemodynamic parameters remained stable. End-tidal CO₂ and body temperature were within normal limits. No hyperthermia, metabolic acidosis, or additional fractures were observed. The patient was uneventfully extubated at the end of the procedure, and no postoperative complications occurred. **Conclusion:** In pediatric patients with OI, meticulous preoperative preparation, atraumatic airway management, and avoidance of volatile anesthetic agents with the use of total intravenous anesthesia may provide a safe perioperative approach. This case demonstrates that careful planning can result in successful and complication-free anesthetic management.

Keywords: Osteogenesis Imperfecta, Pediatric Anesthesia, Total Intravenous Anesthesia, Laryngeal Mask Airway, Orthopedic Surgery

Giriş

Osteogenesis Imperfecta (OI), tip I kollajen sentez bozukluğuna bağlı gelişen, kemik fragilitesi ve tekrarlayan fraktürlerle karakterize kalıtsal bir bağ dokusu hastalığıdır. Görülme sıklığı yaklaşık 1/10.000–20.000 canlı doğumdur. Klinik spektrum hafif formlardan perinatal letal tiplere kadar değişmektedir.(1)

Anestezi açısından OI hastalarında başlıca riskler:

- Zor hava yolu ve mandibular fragilite
- Servikal vertebra instabilitesi
- Pozisyon sırasında yeni fraktür gelişimi
- Restriktif akciğer hastalığı
- Nadir de olsa hipermetabolik reaksiyon bildirimleri

OI ile malign hipertermi (MH) arasındaki ilişki net olarak kanıtlanmamış olmakla birlikte literatürde hipermetabolik yanıt bildiren olgular mevcuttur. Bu nedenle bazı merkezler volatil ajanlardan kaçınmayı tercih etmektedir.(2)

Olgu Sunumu

Sekiz yaşında erkek hasta, sol femur kırığı nedeniyle ortopedik cerrahi planlanarak ameliyata alındı. Hastanın bilinen OI tanısı mevcut olup aile öyküsü pozitif. Daha önce sağ femur kırığı dahil olmak üzere çoklu ortopedik operasyon geçirmişti.

Preoperatif değerlendirmede:

- Kısa boy ve kemik deformiteleri
- Belirgin zor hava yolu bulgusu yok
- Servikal hareketler dikkatli değerlendirildi
- Potansiyel hipermetabolik yanıt riski ve kemik fragilitesi göz önüne alınarak volatil anestezik ajanlardan kaçınılmasına karar verildi.

Anestezi cihazında:

- Vaporizatörler çıkarıldı
- Devre ve CO₂ absorbant değiştirildi
- Sistem yüksek akım oksijen ile yıkandı

Total intravenöz anestezi, propofol ve remifentanil infüzyonu ile sağlandı. Hava yolu 2.5 numara laringeal maske ile nazik şekilde temin edildi. Pozisyonlama sırasında tüm bası noktaları pedlerle desteklenerek minimal travma prensibi uygulandı.

Bulgular

İntraoperatif dönemde:

- Hemodinamik parametreler stabil
- ETCO₂ normal aralıkta
- Vücut ısısı normotermik
- Metabolik asidoz yok
- Ek fraktür gelişmedi

Hasta operasyon sonunda sorunsuz şekilde ekstübe edildi ve postoperatif komplikasyon izlenmedi.

Tartışma

OI hastalarında anestezi yönetimi multidisipliner yaklaşım gerektirir. Literatürde özellikle şu noktalar vurgulanmaktadır:(3)

1. Travmasız hava yolu yönetimi esastır.
2. Entübasyon sırasında mandibular fraktür riski bildirilmiştir.
3. Laringeal maske, uygun seçilmiş pediatrik olgularda güvenli alternatif olabilir.
4. Pozisyon sırasında minimal manipülasyon kritik önemdedir.

OI ile MH arasındaki ilişki kesin değildir; ancak volatil ajanlardan kaçınma bazı merkezlerde önerilmektedir.(4,6)

TIVA, hem tetikleyici ajanlardan kaçınma hem de stabil hemodinamik profil sağlaması açısından avantajlı görünmektedir.(5,6)

Sonuç

OI tanılı pediatrik hastalarda:

- Ayrıntılı preoperatif değerlendirme
- Travmasız hava yolu yönetimi

- Nazik pozisyonlama
- Volatil ajanlardan kaçınarak TIVA uygulanması

güvenli perioperatif yaklaşım sağlayabilir. Bu olgu, dikkatli planlama ile komplikasyonsuz anestezi yönetiminin mümkün olduğunu göstermektedir.

Kaynaklar

1. Marini JC, Forlino A, Bächinger HP, et al. Osteogenesis imperfecta. *Nat Rev Dis Primers*. 2017;3:17052.
2. CHAN, E.; DEVILE, C.; RATNAMMA, V. S. Osteogenesis imperfecta. *BJA education*, 2023, 23.5: 182-188.
3. ROTHSCHILD, Leelach, et al. Anesthesia in children with osteogenesis imperfecta: retrospective chart review of 83 patients and 205 anesthetics over 7 years. *Pediatric Anesthesia*, 2018, 28.11: 1050-1058.
4. BHARDWAJ, Mamta, et al. Anaesthetic management in a patient with osteogenesis imperfecta and a fractured femur: case study. *Southern African Journal of Anaesthesia and Analgesia*, 2014, 20.2: 132-135.
5. PORSBORG, P., et al. Osteogenesis imperfecta and malignant hyperthermia: Is there a relationship?. *Anaesthesia*, 1996, 51.9: 863-865.
6. LITMAN, Ronald S., et al. Consensus statement of the malignant hyperthermia association of the United States on unresolved clinical questions concerning the management of patients with malignant hyperthermia. *Anesthesia & Analgesia*, 2019, 128.4: 652-659.

Presentation ID / Sunum No= 108

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0001-5298-6674

Is It Possible to Achieve Functional Outcomes Without Laxity Using Percutaneous Pie-Crusting Release of the Medial Collateral Ligament in Arthroscopic Repair of the Posterior Horn Tears of the Medial Meniscus?

331

Mehmet MADEN¹, Tayfun BACAŞIZ¹

¹Department of Orthopaedic and Traumatology, Izmir Katip Celebi University Atatürk Training and Research Hospital, Izmir, Türkiye

ABSTRACT

Introduction: In this study, we aimed to evaluate the effect of percutaneous pie-crusting release of the medial collateral ligament (MCL) on joint stability, functional outcomes, and complications in the postoperative period during arthroscopic repair of patients with medial meniscus posterior horn lesions and medial compartment tightness. **Material and Method:** A retrospective analysis was performed patients who underwent arthroscopic medial meniscus repair with MCL release between January 2022 and December 2024. Patients with isolated posterior horn tears of the medial meniscus aged 18 years or older who had intraoperative medial joint space narrowing (<5 mm) and underwent percutaneous MCL release were included in the study. Posterior horn tears were repaired with all-inside sutures. A standard rehabilitation programme was applied to all patients. Medial joint space widths (MJSW) were measured on valgus stress radiographs taken before surgery and at 6 months postoperatively. Functional outcomes were assessed using the Lysholm score and the IKDC score in the preoperative and postoperative periods. **Results:** The study included 42 patients. Patients were followed up for an average of 185.1 ± 3.8 days (180-192). Postoperative valgus stress radiographs showed no significant increase in the MJSW (preoperative: 5.4 ± 0.1 mm vs. postoperative: 5.7 ± 0.1 mm; $P = 0.421$). Lysholm scores improved from 56.1 ± 9.6 to 89.4 ± 5.9 ($P < 0.001$) and IKDC scores improved from 52.8 ± 9.8 to 87.4 ± 6.6 ($P < 0.001$), resulting in a marked improvement in functional outcomes. Meniscus surgeries were performed without iatrogenic cartilage damage in all patients. Only 2 patients (4.7%) experienced temporary pain in the medial joint line. No saphenous nerve injury or permanent valgus instability was observed. **Conclusion:** Percutaneous pie-crusting MCL release is a safe and effective technique for facilitating medial meniscus repair in tight knees without compromising joint stability. When used in meniscus posterior horn lesions where arthroscopic intervention is difficult, good functional results are achieved without iatrogenic cartilage damage or valgus instability.

Keywords: Meniscus injury, Posterior horn, Pie-crusting release, Arthroscopy, Knee

Introduction

The arthroscopic treatment of medial meniscus tears, especially those involving the posterior horn, aims to preserve meniscus function and prevent the progression of osteoarthritis ^{1,2}. However, in patients with a structurally tight medial compartment, limited joint space and restricted instrument

manoeuvrability present a significant intraoperative challenge ³. This limited access can compromise surgical outcomes by leading to inadequate meniscus repair, excessive meniscus resection, or iatrogenic chondral damage ^{4,5}.

This limitation has been addressed by the controlled percutaneous release of the medial collateral ligament (MCL), a technique known as “pie-crusting” (PC), which is used to expand the medial joint space ^{6,7}. This technique involves multiple percutaneous punctures of the MCL fibres under valgus stress, allowing for gradual and controlled expansion of the compartment ⁸. Although its effectiveness in improving intraoperative visibility is well documented, concerns persist among surgeons regarding iatrogenic valgus instability and its potential impact on long-term joint stability and function ^{9,10}.

A recent systematic review by Kotipalli et al. presented evidence showing that MCL pie-crusting is safe and effective, with no residual laxity reported during mid-term follow-up and low complication rates ¹¹. However, there is a need for focused studies specifically evaluating this technique in the context of isolated posterior horn repairs, incorporating definitive radiological and functional outcome measurements.

Therefore, this study aimed to evaluate the effect of percutaneous release of the MCL on joint stability, functional outcomes, and complications in patients undergoing arthroscopic repair for posterior horn lesions of the medial meniscus with medial compartment tightness. We hypothesised that this technique would facilitate successful repair without compromising postoperative valgus stability.

Material and Method

Study Population

A retrospective analysis was performed on patients who underwent arthroscopic medial meniscus repair with concomitant MCL pie-crusting release between January 2022 and December 2024. The study was conducted in accordance with the Declaration of Helsinki and approved by the Izmir Katip Çelebi University, Atatürk Training and Research Hospital Health Research Institutional Review Board on 11 December 2025, with decision number 0734.

The inclusion criteria were: (1) Patients aged 18-50 years; (2) those with pain only on the medial side and an isolated posterior horn tear of the medial meniscus confirmed on MRI; (3) those with a varus angle < 5°; (4) patients with a narrow medial joint space (<5 mm) on arthroscopic examination, where the posterior part of the medial meniscus was not clearly visible, necessitating MCL release using the percutaneous PC technique; and (5) a postoperative follow-up period of at least 6 months.

Exclusion criteria were: (1) degenerative meniscus injury; (2) cartilage degeneration grade ≥3 according to the Outerbridge classification; (3) presence of combined ligament (e.g., ACL, PCL) or lateral meniscus injury; (4) history of previous knee surgery; (5) inflammatory or degenerative knee arthritis; and (6) insufficient follow-up period or incomplete medical records. Based on these criteria, 42 patients were included in the final analysis.

Surgical Procedure and Rehabilitation Protocol

Surgical Procedure

All operations were performed by a single senior surgeon. Under general or spinal anaesthesia, the patient was positioned supine. Standard anterolateral and anteromedial arthroscopic portals were established for diagnostic arthroscopy. The presence of a posterior horn medial meniscus tear and a tight medial compartment was confirmed.

The medial joint space was assessed with the knee in a 20° flexion position and standard valgus stress applied. If the space was insufficient (<5 mm) for safe instrument passage and visualisation of the posterior horn, a percutaneous pie-crusting release of the MCL was performed. Using an 18-gauge needle, multiple punctures were made percutaneously at the distal femoral portion of the MCL, approximately 1.2 cm above the joint line, until a gradual opening of the medial space was observed and a slight “popping” sensation was felt. The release was stopped once the posterior horn was clearly visible and surgical instruments could be introduced safely into the compartment without cartilage impingement.

The posterior horn tears were then repaired using an all-inside suture technique under direct visualisation. No additional releases of the posteromedial capsule or posterior oblique ligament were performed in this series. All patients were followed up for 6 months with a standard rehabilitation program.

Clinical and Radiological Evaluation

Clinical Evaluation: Patients were followed up clinically at two, four, and eight weeks, as well as at six months and at regular intervals, including the last examination. The clinical data included many variables, including age, sex, body mass index (BMI), types of meniscal tear, Outerbridge chondral injury classification, and follow-up time.

Functional outcomes were assessed using the Lysholm knee scoring scale and the International Knee Documentation Committee (IKDC) subjective knee evaluation form. Patients completed these questionnaires preoperatively and at the 6-month follow-up visit.

Radiological Evaluation: The x-rays were performed at before surgery and at six-month periods during the follow-up. Medial joint space width (JSW) was measured on standardized valgus stress radiographs. The radiographs were taken with the knee in 20° of flexion with a consistent, applied valgus force. The narrowest point of the medial joint space was measured using a picture archiving and communication system (PACS) by an independent radiologist blinded to the clinical data.

Complication Assessment: Intraoperative complications, particularly iatrogenic cartilage injury, were recorded. Postoperatively, patients were monitored for complications such as persistent medial-sided pain, ecchymosis, saphenous nerve injury (assessed by sensory deficit along the medial leg and foot), and subjective or objective signs of valgus instability.

Statistical Analysis

Statistical analysis was performed using SPSS version 26.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Continuous variables were expressed as mean $\pm$ standard deviation (SD), and categorical variables were expressed as numbers and percentages. The normality of data distribution was assessed using the Shapiro-Wilk test. Preoperative and postoperative JSW, Lysholm, and IKDC scores were compared using the paired samples t-test. A p-value of less than 0.05 was considered statistically significant.

Results

The study included 42 patients (23 men, 19 women) with a mean age of 31.1 ± 7.8 years (range: 19-46). The mean body mass index (BMI) was 26.6 ± 2.9 kg/m². Regarding the type of meniscal tear, 14 patients (33.3%) had horizontal tears, 20 (47.6%) had longitudinal tears, and 8 (19.1%) had radial tears. According to the Outerbridge classification, 15 patients (35.7%) had grade 1 and 27 (64.3%) had grade 2 chondral changes. The mean follow-up period was 185.1 ± 3.8 days (range: 180-192). Patient demographics are summarized in Table 1.

The radiological and functional outcomes are detailed in Table 2. Postoperative valgus stress radiographs at 6 months showed no significant increase in the medial joint space width compared to the preoperative measurements (preoperative: 5.4 ± 0.1 mm vs. postoperative: 5.7 ± 0.1 mm; $P = 0.421$). This indicates that the transient laxity induced by the pie-crusting release had resolved, with the medial stability returning to its preoperative state.

Functional outcomes demonstrated marked and statistically significant improvement. The mean Lysholm score improved from 56.1 ± 9.6 preoperatively to 89.4 ± 5.9 at the 6-month follow-up ($P < 0.001$). Similarly, the mean IKDC score improved from 52.8 ± 9.8 to 87.4 ± 6.6 ($P < 0.001$).

In terms of complications, all meniscus surgeries were performed without any iatrogenic cartilage damage. Only 2 patients (4.7%) reported temporary, self-resolving pain along the medial joint line, which subsided within two weeks. There were no instances of saphenous nerve injury or clinical evidence of permanent valgus instability in any patient at the final follow-up.

Discussion

The principal finding of this study is that percutaneous pie-crusting release of the MCL is a safe and effective adjunctive technique that facilitates the arthroscopic repair of posterior horn medial meniscus tears in tight knees, without causing residual valgus instability or compromising short-term functional outcomes.

Our results align with the literature supporting the use of MCL pie-crusting release. Similar to previous studies, the improvement in functional scores (Lysholm and IKDC) highlights the clinical significance of this technique in achieving successful outcomes in patients with posterior horn tears of the medial meniscus^{12,13}. Additionally, our radiological findings confirm that the performed release is temporary and resulted in no laxity. The medial JSW under valgus stress returned to the preoperative baseline at the 6-month follow-up ($P = 0.421$). The MCL release healed in all patients, consistent with the natural healing potential of the MCL, as previously described^{11,14}. This situation can be attributed to the fact that percutaneous MCL release causes a reliably healing grade 1 injury when performed in a controlled and partial way.

The absence of iatrogenic cartilage damage in any patient demonstrates that the pie-crusting release is an advantageous and reliable technique. This technique creates sufficient working space and prevents unwanted abrasions on the joint surfaces caused by instruments, thereby reducing the risk of iatrogenic cartilage damage observed in 9.0% of meniscus repairs performed without PC¹¹. This is a critical point, as iatrogenic chondral lesions have long-term results, potentially accelerating the progression of post-traumatic osteoarthritis¹⁵. Furthermore, our low rate of transient medial joint line pain (4.7%) and the absence of saphenous nerve injuries are consistent with the outcomes reported in recent studies that perform a careful outside-in technique, often using an 18-gauge needle and knowledge of safe zones to avoid neurovascular structures^{3,7,16}. Han et al. similarly emphasised the importance of a percutaneous, multi-point release technique to achieve a controlled opening without a surgical incision, thereby minimising soft tissue trauma and facilitating rapid recovery⁷.

The release of the distal femoral portion of the MCL, approximately 1.2 cm above the joint line, provided sufficient access to the posterior horn of the medial meniscus. This approach likely preserves the integrity of other stabilisers, such as the posterior oblique ligament (POL), which is a significant constraint in knee extension. Han et al. recommended a more extensive 'posteromedial complex' (PMC) release, including the POL, when working in the half-extension position⁷. The authors suggested that the main constraints of valgus opening at 20° of knee flexion are the posterior fibres of the superficial MCL and the POL. However, our results demonstrate that a focused MCL release for visualising the isolated posterior horn is sufficient and may further minimise theoretical risks such as excessive release and instability. There is ongoing debate regarding the optimal release site (proximal, mid-substance, or distal). For example, Gabr and Robinson compared proximal and distal MCL release during ACL reconstruction and found no difference in functional outcomes or stability, suggesting that the surgeon's experience and specific surgical goal may determine the approach¹⁷. As a result, this study contributed to the previous evidence by applying release from the proximal release zone and demonstrated that this technique is sufficient for posterior horn access.

The biomechanical effect of this temporary laxity is another important issue. Although our study and other studies confirm the recovery of clinical stability, the long-term biological outcomes of this change in joint mechanics on cartilage health remain relevant. Sharma et al. demonstrated that coronal plane laxity is a risk factor for the development and progression of osteoarthritis¹⁸. However, the controlled, low-grade nature of the injury caused by pie-crusting and the subsequent protective rehabilitation protocol likely reduce this risk. Our rehabilitation protocol, which includes the use of an adjustable brace that limits valgus stress in the early postoperative period, is crucial. This protocol is designed to protect the meniscus and MCL and ensure successful functional recovery^{7,16}. This approach is a key component in achieving the dual goal: stable meniscus repair and restoration of a stable medial ligament complex.

The functional outcomes in our study, where Lysholm and IKDC scores increased to a level near 90, are particularly noteworthy. This demonstrates that the benefits of advanced visualization and instrumentation, which enable more anatomic and secure meniscus repair, overcome the potential disadvantages of temporary ligament laxity. Also, Herber et al. suggested that PC release for medial

meniscus root repair was associated with a statistically significant decrease in meniscus re-tears compared to the group without PC release and that this technique may be linked to improved repair durability¹⁹.

This study has several limitations. First, its retrospective design and the absence of a control group with stiff knees who underwent repair without a PC release limits the validity of our results. Second, although the 6-month follow-up period is sufficient to evaluate stability and early functional outcomes, it is insufficient to assess long-term risks such as medial compartment osteoarthritis or late meniscus failure. Third, although the sample size was sufficient, this study was conducted with a relatively small number of patients.

Conclusion

In conclusion, percutaneous pie-crusting release of the MCL is a valuable and safe technique for arthroscopic surgeons dealing with challenging posterior horn medial meniscus repairs in tight knees. As confirmed by clinical and radiological evaluations, it effectively addresses a critical issue such as limited visualization and provides a precise and damage-free repair without causing residual valgus instability. The significant improvement in functional outcomes further confirms its clinical benefit. Future research should focus on prospective, randomized controlled trials with longer follow-up periods and control groups to definitively compare outcomes and clarify the long-term health of the joint following this procedure in more detail.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Funding: None.

Acknowledgements: None.

References

1. Petersen W, Karpinski K, Bierke S, Müller Rath R, Häner M. A systematic review about long-term results after meniscus repair. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2022;142(5):835-844. doi:10.1007/s00402-021-03906-z
2. Henry S, Mascarenhas R, Kowalchuk D, Forsythe B, Irrgang JJ, Harner CD. Medial meniscus tear morphology and chondral degeneration of the knee: Is there a relationship? *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg.* 2012;28(8):1124-1134.e2. doi:10.1016/j.arthro.2011.12.020
3. Jeon SW, Jung M, Chun YM, et al. The percutaneous pie-crusting medial release during arthroscopic procedures of the medial meniscus does neither affect valgus laxity nor clinical outcome. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2018;26(10):2912-2919. doi:10.1007/s00167-017-4827-9
4. da Silva Campos VC, Pinto FG, Constantino D, Andrade R, Espregueira-Mendes J. Medial collateral ligament release during knee arthroscopy: key concepts. *EFORT Open Rev.* 2021;6(8):669-675. doi:10.1302/2058-5241.6.200128
5. Atoun E, Debbi R, Lubovsky O, Weiler A, Debbi E, Rath E. Arthroscopic Trans-Portal Deep Medial Collateral Ligament Pie-Crusting Release. *Arthrosc Tech.* 2013;2(1):e41-3. doi:10.1016/j.eats.2012.10.008
6. Bellemans J, Vandenuecker H, Van Lauwe J, Victor J. A new surgical technique for medial collateral ligament balancing. Multiple needle puncturing. *J Arthroplasty.* 2010;25(7):1151-1156. doi:10.1016/j.arth.2010.03.007
7. Han X, Wang P, Yu J, Wang X, Tan H. Arthroscopic pie-crusting release of the posteromedial complex of the knee for surgical treatment of medial meniscus injury. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21(1):301. doi:10.1186/s12891-020-03336-9
8. Moran TE, Demers A, Awowale JT, Werner BC, Miller MD. The Outside-In, Percutaneous Release of the Medial Collateral Ligament for Knee Arthroscopy. *Arthrosc Tech.* 2020;9(3):e393-e397. doi:10.1016/j.eats.2019.11.008

9. Fakioglu O, Ozsoy MH, Ozdemir HM, Yigit H, Cavusoglu AT, Lobenhoffer P. Percutaneous medial collateral ligament release in arthroscopic medial meniscectomy in tight knees. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* 2013;21(7):1540-1545. doi:10.1007/s00167-012-2128-x
10. Polat B, Aydin D, Sarl E, et al. Objective Measurement of Medial Joint Space Widening with Percutaneous Pie Crust Release of Medial Collateral Ligament during Knee Arthroscopy. *J Knee Surg.* 2020;33(1):94-98. doi:10.1055/s-0039-1694711
11. Kotipalli S, Blackman B, Vivekanantha P, et al. Pie-crusting the medial collateral ligament is a safe and effective technique for improving visualisation and access in arthroscopic meniscal surgery: A systematic review. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc.* Published online October 2025. doi:10.1002/ksa.70103
12. Erdem M, Bayam L, Erdem AC, Gulabi D, Akar A, Kochai A. The role of the pie-crusting technique of the medial collateral ligament in the arthroscopic inside-out technique for medial meniscal repair with or without anterior cruciate ligament reconstruction: a satisfactory repair technique. *Arthrosc Sport Med Rehabil.* 2021;3(1):e31-e37.
13. Arıcan G, Ercan N, Atmaca E, İltar S, Alemdaroğlu KB. During arthroscopic repair of medial meniscal tears: do not be afraid to perform “Pie Crust” technique. *J Knee Surg.* 2023;36(02):139-145.
14. Kannus P. Long-term results of conservatively treated medial collateral ligament injuries of the knee joint. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;226(226):103-112. doi:10.1097/00003086-198801000-00015
15. Gomoll AH, Minas T. The quality of healing: articular cartilage. *Wound Repair Regen.* 2014;22:30-38. doi:10.1111/wrr.12166
16. Lons A, Boureau F, Drumez E, Pasquier G, Putman S. Does medial collateral ligament pie-crusting induce residual laxity in arthroscopic management of medial meniscus tears? A prospective study of 40 cases. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2018;104(5):707-711. doi:10.1016/j.otsr.2018.05.007
17. Gabr A, Robinson J. MCL pie crusting for concomitant medial meniscal surgery does not appear to adversely influence primary ACL reconstruction functional outcomes. *J ISAKOS.* 2024;9(6):100359. doi:10.1016/j.jisako.2024.100359
18. Sharma L, Lou C, Felson DT, et al. Laxity in healthy and osteoarthritic knees. *Arthritis Rheum.* 1999;42(5):861-870. doi:10.1002/1529-0131(199905)42:5<861::AID-ANR4>3.0.CO;2-N
19. Herber AP, Brinkman JC, Tummala S V., Economopoulos KJ. Medial Collateral Ligament Pie-Crusting for Isolated Medial Meniscal Root Repair Is Associated With Improved Clinical Outcomes with Minimum 2-Year Follow-Up. *Arthrosc - J Arthrosc Relat Surg.* 2024;40(3):869-875. doi:10.1016/j.arthro.2023.07.029

Table 1: Patient demographics (n=42)

Variables	mean±SD, %
Age (years)	31,1 ± 7,8 (19-46)
Gender	Male: 23 (54.7%) Female: 19 (45.3%)
BMI	26,6 ± 2,9 (21,5-31,5)
Meniscal tear type	
Horizontal	14 (33.3%)
Longitudinal	20 (47.6%)
Radial	8 (19.1%)
Outerbridge Classification	Grade 1: 15 (35.7%) Grade 2: 27 (64.3%)
Follow-up period (days)	185,1 ± 3,8 (180-192)

Table 2: Clinical and Radiological Outcomes of Patients

	Preoperative	Postoperative (6 months)	P-value	Statistical Test
Medial Joint Width (mm)	5,4 ± 0,1	5,7 ± 0,1	0.421	Paired t-test
Lysholm Score	56,1 ± 9,6	89,4 ± 5,9	<0.001	Paired t-test
IKDC Score	52,8 ± 9,8	87,4 ± 6,6	<0.001	Paired t-test

Presentation ID / Sunum No= 109

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0001-5298-6674

Comparison of Subcutaneous Anterior Transposition and in Situ Decompression Techniques of Ulnar Nerve Surgery in Cubital Tunnel Syndrome

338

Tayfun BACAŞIZ¹, Mehmet MADEN¹

¹Department of Orthopaedic and Traumatology, Izmir Katip Celebi University Atatürk Training and Research Hospital, Izmir, Türkiye

Abstract

Purpose: This study aims to compare two prevalent surgical techniques for cubital tunnel syndrome (CuTS): ulnar nerve in situ decompression (ISD) and subcutaneous anterior transposition (SAT), with an emphasis on clinical outcomes, surgical period, and complications. **Material Methods:** Sixty-nine patients who underwent surgery for CuTS between 2018 and 2023 and were followed up for a minimum of 12 months were retrospectively evaluated. Patients whose diagnosis was confirmed by electromyography and who had symptoms that persisted despite conservative treatment were included in the study. Patients were divided into two groups based on the surgical technique used: ISD (Group 1, n = 37) and SAT (Group 2, n = 32). The groups were compared in terms of demographic characteristics, preoperative Dellon classification, surgical duration, complications, and clinical outcomes at the last follow-up. Clinical evaluation was performed using the Visual Analog Scale (VAS), Quick Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand (QuickDASH), Modified Bishop score, and range of motion (ROM) of the elbow. **Results:** The mean age of the patients was 42.36±12.16 years, and the mean follow-up period was 48.36±24.47 months. No significant differences were found between the groups in terms of age, gender, affected side, dominant extremity distribution, and preoperative Dellon stages (p>0.05). The mean surgical time was significantly shorter in the ISD group compared to the SAT group (34.76±8.65 min vs. 55.41±13.25 min; p<0.001). At the last follow-up, there was no significant difference between the groups regarding QuickDASH, VAS, Modified Bishop score, and elbow ROM values (p>0.05 for all). Complication rates were 8.1% in the ISD group and 6.3% in the SAT group, with no significant difference between the groups. **Conclusion:** In cubital tunnel syndrome surgery, ISD and SAT techniques provide similar results in terms of clinical efficacy. However, ISD can be as a practical and effective surgical option in the appropriate patient group due to its shorter surgical time and limited surgical dissection requirements. The choice of surgical technique should be individualized according to the patient's specific clinical and anatomical characteristics.

Keywords: Cubital tunnel syndrome; ulnar nerve; in situ decompression; subcutaneous anterior transposition; peripheral nerve surgery

Level of Evidence: Level III, Retrospective comparative study

Kübital tünel sendromunda ulnar sinir cerrahisi için subkutan anterior transpozisyon ve in situ dekompresyon tekniklerinin karşılaştırılması

Özet

Amaç: Bu çalışmanın amacı, kübital tünel sendromu (KüTS) cerrahisinde sık kullanılan iki teknik olan ulnar sinirin in situ dekompresyonu (ISD) ile subkutan anterior transpozisyonunun (SAT) klinik sonuçlar, cerrahi süre ve komplikasyonlar açısından karşılaştırılmasıdır. **Materyal ve Method:** 2018–2023 yılları arasında KüTS tanısıyla opere edilen ve minimum 12 ay takip edilen 69 hasta retrospektif olarak değerlendirildi. Elektromiyografi ile tanısı doğrulanmış ve en az 3 ay konservatif tedaviye yanıt vermeyen hastalar çalışmaya dahil edildi. Hastalar uygulanan cerrahi tekniğe göre ISD (Grup 1, n=37) ve SAT (Grup 2, n=32) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Gruplar demografik özellikler, preoperatif Dellon sınıflaması, cerrahi süre, komplikasyonlar ve son takipte elde edilen klinik sonuçlar açısından karşılaştırıldı. Klinik değerlendirmede Visual Analog Scale (VAS), Quick Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand (QuickDASH), Modified Bishop skoru ve dirsek hareket açıklığı (ROM) kullanıldı. **Bulgular:** Hastaların ortalama yaşı $42,36 \pm 12,16$ yıl olup ortalama takip süresi $48,36 \pm 24,47$ aydı. Gruplar arasında yaş, cinsiyet, etkilenen taraf, dominant ekstremitte dağılımı ve preoperatif Dellon evreleri açısından anlamlı fark saptanmadı ($p > 0,05$). Ortalama cerrahi süre ISD grubunda SAT grubuna kıyasla anlamlı derecede daha kısa bulundu ($34,76 \pm 8,65$ dk vs. $55,41 \pm 13,25$ dk; $p < 0,001$). Son takipte QuickDASH, VAS, Modified Bishop skoru ve dirsek ROM değerleri açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark izlenmedi (tümü için $p > 0,05$). Komplikasyon oranları ISD grubunda %8,1, SAT grubunda %6,3 olup gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı. **Sonuç:** Kübital tünel sendromu cerrahisinde ISD ve SAT teknikleri klinik etkinlik açısından benzer sonuçlar sağlamaktadır. Bununla birlikte ISD, daha kısa cerrahi süresi ve sınırlı cerrahi disseksiyon gerektirmesi nedeniyle uygun hasta grubunda pratik ve etkili bir cerrahi seçenek olabilir. Cerrahi teknik seçimi, hastaya özgü klinik ve anatomik özellikler doğrultusunda bireyselleştirilmelidir.

Anahtar kelimeler: Kübital tünel sendromu; ulnar sinir; in situ dekompresyon; subkutan anterior transpozisyon; periferik sinir cerrahisi

Kanıt Düzeyi: Seviye III, Retrospektif karşılaştırmalı çalışma

Introduction

Cubital tunnel syndrome (CuTS) is a compression pathology of the ulnar nerve and is the second most common compression neuropathy after carpal tunnel syndrome ¹. Symptoms may be limited to paresthesia in the ulnar nerve dermatome area, but depending on the severity and duration of compression, muscle atrophy, permanent sensory loss, and even joint contracture may develop ^{2,3}. In mild cases, non-surgical treatments such as physical therapy, the use of a night splint to keep the elbow in extension, and injections are beneficial ^{4,5}. In severe cases where conservative treatment has failed, surgical treatment is indicated. This includes in situ decompression (ISD) of the ulnar nerve, and may be accompanied by medial epicondylectomy or transposition of the ulnar nerve to the anterior elbow ^{4,6–8}. In addition, transposition can be performed subcutaneously, intramuscularly, or submuscularly ¹.

Although there appears to be a consensus in the literature regarding conservative treatment steps, this is not yet valid for surgical treatment options. Some reports indicate that ISD is as effective as transposition and has a similar success rate and lower complication rate ^{6,9}. It achieves this by minimizing nerve scarring and devascularization ¹⁰. However, it may also result in further complications, such as inadequate decompression, instability caused by excessive decompression, and potentially permanent symptoms ^{7,8,11}. Subcutaneous anterior transposition (SAT) of the ulnar nerve reduces tension on the ulnar nerve during flexion, preserving nerve vascularity and function, and thus has a high success rate ^{12–14}. However, complications may occur during follow-up, and eventually, correction of the anterior compression with ISD may be required ^{4,15}. In this context, a review of the entire literature reveals that research into the most effective technique for CuTS treatment remains required. This study aims to compare in situ decompression and subcutaneous anterior transposition techniques in cubital tunnel

syndrome surgery in terms of their effects on clinical outcomes, possible complications, and the need for repeated surgery.

Materials and Methods

Patients diagnosed with CuTS and operated on by the same team at the same center between 2018 and 2023 were retrospectively reviewed. Data were obtained from patient files and the hospital radiology archive after ethical committee approval (date: 11.12.2025 - decision no: 0749).

Patients with complete medical records, whose diagnosis was confirmed by electromyography (EMG), and who were treated with either ulnar nerve in situ decompression or anterior subcutaneous transposition techniques following unsuccessful conservative treatment were included in the study. Patients were divided into two groups based on the two different techniques preferred by the two upper extremity specialists in the same team, according to their experience. Exclusion criteria included the combination of CuTS treatment with other procedures such as fracture fixation or carpal tunnel release; decompression using endoscopic techniques; submuscular or subfascial anterior transposition; cubitus valgus deformity; degenerative arthritis in the elbow joint; previous elbow trauma/instability; severe cervical disc problems; inability to regularly record data; or follow-up for less than 12 months.

Evaluation Criteria

Patient Data

The patient's age, gender, EMG severity, symptom duration and affected side were documented. All patients were evaluated for additional systemic diseases (diabetes, heart disease, thyroid or kidney disorders). Patients were categorized according to the severity of their symptoms using the Dellon classification before surgery.

Outcomes Data

Surgical time was taken into account as surgical data. Complications were recorded. Clinical data included elbow range of motion (ROM), Quick Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand (QuickDASH), Visual Analogue Scale (VAS) for pain scores, and the Modified Bishop rating system for postoperative satisfaction and function assessment. Clinical measurements were performed by the senior author according to standard protocols. Data were obtained at the final follow-up examination.

Statistical Analysis

Data analysis was performed using SPSS 22 (Released 2013, NY: IBM Corp.) software. Normality of distribution was assessed using the Shapiro-Wilk test. Descriptive statistics were presented as number (n), percentage (%), mean, and standard deviation ($\pm$). The Pearson Chi-square test was used to compare categorical data of groups. For comparison of numerical values, the independent t-test (Student t-test) was used if a normal distribution was present, and the Mann-Whitney U test was used if a normal distribution was not present. A significance level of $p < 0.05$ was accepted for all analyses.

Result

The study population consisted of 69 patients who met the inclusion criteria. The mean age of the patients was 42.36 ± 12.16 (range 22-68), and 41 (59.4%) were male, and 28 (40.6%) were female. The affected side was the right upper extremity in 31 (44.9%) patients and the left upper extremity in 38 (55.1%) patients. The affected extremity was the dominant side in 33 (47.8%) patients and the non-dominant side in 36 (52.2%) patients. In terms of surgical technique, 37 (53.6%) patients who underwent ISD formed Group 1, while 32 (46.4%) patients who underwent SAT formed Group 2. The age and gender distributions, affected side, EMG severity, symptom duration and preoperative Dellon classification stages according to groups are presented in Table 1. Additionally, there were no significant differences between the groups in terms of diabetes mellitus and other comorbidities ($p > 0.05$).

The mean operation time was 44.33 ± 15.08 (23-84) minutes. When the relationship between the groups was examined, the operation time of Group 1 [34.76 ± 8.65 (23-51) min] was statistically significantly lower than Group 2 [55.41 ± 13.25 (36-84) min] ($p < 0.001$).

The clinical data obtained from the last follow-up in the postoperative controls and the comparisons of these data between the groups are given in detail in Table 2.

Complications were encountered in a total of 5 (7.2%) patients, 3 (subluxation:2, insufficient relaxation:1) in Group 1 and 2 (recurrent nerve compression at transferred site:2). in Group 2. No significant relationship was found between the groups in terms of the occurrence of complications ($p = 0.767$). In Group 1, two patients developed symptoms during follow-up due to the occurrence of

ulnar nerve subluxation after surgery, while another patient persisted with symptoms of cubital tunnel syndrome due to insufficient relaxation. In Group 2, two patients developed symptoms of recurrent nerve compression and Tinel positivity in the area where they were transferred. No patient underwent repeat surgery after complications.

Discussion

This study has demonstrated that the two most commonly used techniques in cubital tunnel syndrome surgery, ISD and SAT, provide similar clinical outcomes in terms of pain reduction, functional improvement, and patient satisfaction. However, there is a significant advantage in favor of ISD in terms of surgical time. These findings are consistent with the general trends reported in the current literature^{16–18}.

The pathophysiology of CuTS is explained through three main mechanisms: static compression, dynamic tension, and microvascular perfusion impairment^{19,20}. Although ISD and SAT techniques target these mechanisms in different ways, static compression has been reported to be the primary determinant of symptoms, particularly in mild to moderate cases of CuTS^{19,21}. In this context, decompressing the nerve while preserving its anatomical structure may be sufficient for clinical improvement in most patients. Although the SAT technique theoretically aims to reduce tension on the nerve during flexion, many studies have shown that the benefits of this technique are limited in terms of clinical outcomes^{16,17,22}. The similar functional scores in both groups in our study indicate that dynamic tension reduction is not mandatory for every patient in the treatment of CuTS.

In our study, the significantly shorter surgical duration in the ISD group is an advantage frequently emphasized in the literature^{17,23}. Shorter surgical duration is associated with less soft tissue dissection, lower bleeding risk, and less postoperative fibrosis. Limited surgical trauma may positively contribute to nerve healing, particularly in individuals with systemic diseases that increase the risk of neuropathy, such as diabetes^{21,24}.

The types of complications reported for both techniques are similar to those in the literature. Ulnar nerve subluxation observed after ISD and persistent symptoms due to inadequate release may occur, especially in cases where nerve stability was not adequately assessed in the preoperative period^{19,22}. Recurrence of compression symptoms in the SAT group is associated with scar tissue formation in the new nerve bed or inadequate anteriorization²⁵. Preservation of nerve vascularity is one of the most important determinants of functional recovery after surgery. Leaving the nerve in its natural position in the ISD technique allows preservation of the epineural vascular supply, whereas nerve mobilization and placement in a new position during SAT may increase the risk of devascularization and perineural scar formation²⁵. This may explain the reports of recurrent compression in the anterior region or late-stage symptom recurrence after SAT in some studies^{23,26}. The recurrent compression symptoms observed in the SAT group in our study are also consistent with this biological mechanism.

Revision surgery was not required in any patient in our study, which is remarkable. This situation demonstrates that both approaches have a high safety profile when appropriate patient selection and surgical technique are correctly applied. However, some long-term studies have reported that revision rates after ISD may be higher, and it is emphasized that this risk is particularly increased in cases with ulnar nerve instability²⁶.

The obtained outcomes indicate that there is no single ideal approach in the choice of surgical technique; rather, a patient-based assessment is necessary. While the SAT may be a more appropriate option in patients with ulnar nerve instability, previous elbow trauma, cubitus valgus deformity, or significant nerve tension findings, ISD may be preferred in cases without these characteristics due to its shorter surgical duration and similar clinical success^{18,23}. The significantly shorter surgical time observed in the ISD group is not only an operational advantage but also reflects the minimal effective surgery approach¹⁸. Shorter surgical time is associated with less soft tissue damage, lower postoperative inflammation, and potentially faster rehabilitation. Minimizing surgical stress on the nerve may have a positive effect on clinical outcomes, especially in patients at risk for diabetes, thyroid disease, or peripheral neuropathy^{21,24}. Therefore, ISD can be considered not only practical but also a more biological approach in the appropriate patient group.

While some studies in the literature suggest that anterior transposition provides superior outcomes in severe CuTS cases^{27,28}, the vast majority of meta-analyses do not confirm this superiority^{16–18}. This discrepancy is primarily due to the heterogeneity of patient populations, differences in staging systems,

and variability in surgical technique details. In our study, the similarity of preoperative Dellon stages between groups reduced the effect of such confounding factors and enabled a more reliable comparison. Our study has some limitations. The retrospective design, the lack of randomized surgical techniques, and the unblinded nature of the clinical assessment are potential sources of bias. Furthermore, the absence of postoperative electrophysiological evaluations limited the assessment of the neurophysiological correlation between clinical improvement and surgical accuracy. However, the fact that all surgeries were performed at the same center and by the same team can be considered a significant strength, minimizing variations in technical application and enhancing the internal validity of the study. Although the inability to analyse early-stage data may be considered another limitation, we believe that the results of mid- and long-term follow-ups will provide a more objective assessment of the effects on patients' clinical scores and quality of life.

Conclusion

This study demonstrates that ISD and SAT techniques provide similar clinical efficacy outcomes in cubital tunnel syndrome surgery, but ISD provides a practical advantage with its shorter surgical time. In patients without significant ulnar nerve instability or elbow deformity, ISD can be an effective and practical surgical option. Subcutaneous anterior transposition (SAT) remains a valid alternative when appropriate patient selection is made. Based on patient-specific clinical and anatomical factors and the surgeon's experience, personalizing the surgical technique would be the most rational approach.

References

1. Boone S, Gelberman RH, Calfee RP. The Management of Cubital Tunnel Syndrome. *J Hand Surg Am.* 2015;40(9):1897-1904. doi:10.1016/j.jhsa.2015.03.011
2. Mallette P, Zhao M, Zurakowski D, Ring D. Muscle Atrophy at Diagnosis of Carpal and Cubital Tunnel Syndrome. *J Hand Surg Am.* 2007;32(6):855-858. doi:10.1016/j.jhsa.2007.03.009
3. Drake ML, Hensley DT, Chen WC, Taylor KF. Muscle Atrophy at Presentation of Cubital Tunnel Syndrome: Demographics and Duration of Symptoms. *Hand.* 2017;12(1):64-67. doi:10.1177/1558944716643096
4. Graf A, Ahmed AS, Roundy R, Gottschalk MB, Dempsey A. Modern Treatment of Cubital Tunnel Syndrome: Evidence and Controversy. *J Hand Surg Glob Online.* 2023;5(4):547-560. doi:10.1016/j.jhsg.2022.07.008
5. Shah CM, Calfee RP, Gelberman RH, Goldfarb CA. Outcomes of rigid night splinting and activity modification in the treatment of cubital tunnel syndrome. *J Hand Surg Am.* 2013;38(6):1125-1130.e1. doi:10.1016/j.jhsa.2013.02.039
6. Kessler RB, Thompson RG, Lourie GM. Cubital tunnel syndrome: a surgical modification to in situ decompression to improve results. *JSES Int.* 2020;4(1):15-20. doi:10.1016/j.jseint.2019.11.004
7. Gaspar MP, Kane PM, Putthiwara D, Jacoby SM, Osterman AL. Predicting Revision Following in Situ Ulnar Nerve Decompression for Patients with Idiopathic Cubital Tunnel Syndrome. *J Hand Surg Am.* 2016;41(3):427-435. doi:10.1016/j.jhsa.2015.12.012
8. Zhang D, Earp BE, Blazar P. Rates of Complications and Secondary Surgeries After In Situ Cubital Tunnel Release Compared With Ulnar Nerve Transposition: A Retrospective Review. *J Hand Surg Am.* 2017;42(4):294.e1-294.e5. doi:10.1016/j.jhsa.2017.01.020
9. Sousa M, Aido R, Trigueiros M, Lemos R, Silva C. Cubital compressive neuropathy in the elbow: in situ neurolysis versus anterior transposition – comparative study. *Rev Bras Ortop (English Ed.)* 2014;49(6):647-652. doi:10.1016/j.rboe.2014.10.005
10. Nakamura K, Uchiyama S, Ido Y, et al. The effect of vascular pedicle preservation on blood flow and clinical outcome following ulnar nerve transposition. *J Hand Surg Am.* 2014;39(2):291-302. doi:10.1016/j.jhsa.2013.10.029
11. Lee Dellon A, Chang E, Henk Coert J, Campbell KR. Intraneural ulnar nerve pressure changes related to operative techniques for cubital tunnel decompression. *J Hand Surg Am.*

- 1994;19(6):923-930. doi:10.1016/0363-5023(94)90091-4
12. Foran I, Vaz K, Sikora-Klak J, Ward SR, Hentzen ER, Shah SB. Regional Ulnar Nerve Strain Following Decompression and Anterior Subcutaneous Transposition in Patients With Cubital Tunnel Syndrome. *J Hand Surg Am.* 2016;41(10):e343-e350. doi:10.1016/j.jhsa.2016.07.095
13. Lundborg G, Rydevik B. Effects of stretching the tibial nerve of the rabbit. A preliminary study of the intraneural circulation and the barrier function of the perineurium. *J Bone Joint Surg Br.* 1973;55(2):390-401. doi:10.1302/0301-620x.55b2.390
14. Mitchell J, Dunn JC, Kusnezov N, et al. The effect of operative technique on ulnar nerve strain following surgery for cubital tunnel syndrome. *Hand.* 2015;10(4):707-711. doi:10.1007/s11552-015-9770-y
15. Eberlin KR, Marjoua Y, Jupiter JB. Compressive Neuropathy of the Ulnar Nerve: A Perspective on History and Current Controversies. *J Hand Surg Am.* 2017;42(6):464-469. doi:10.1016/j.jhsa.2017.03.027
16. Zlowodzki M, Chan S, Bhandari M, Kalliaainen L, Schubert W. Anterior transposition compared with simple decompression for treatment of cubital tunnel syndrome: A meta-analysis of randomized, controlled trials. *J Bone Jt Surg.* 2007;89 A(12):2591-2598. doi:10.2106/JBJS.G.00183
17. Said J, Van Nest D, Foltz C, Ilyas AM. Ulnar Nerve In Situ Decompression versus Transposition for Idiopathic Cubital Tunnel Syndrome: An Updated Meta-Analysis. *J Hand Microsurg.* 2019;11(1):18-27. doi:10.1055/s-0038-1670928
18. Macadam SA, Gandhi R, Bezuhly M, Lefavre KA. Simple Decompression Versus Anterior Subcutaneous and Submuscular Transposition of the Ulnar Nerve for Cubital Tunnel Syndrome: A Meta-Analysis. *J Hand Surg Am.* 2008;33(8):1314.e1-1314.e12. doi:10.1016/j.jhsa.2008.03.006
19. Lee Dellon A. Review of treatment results for ulnar nerve entrapment at the elbow. *J Hand Surg Am.* 1989;14(4):688-700. doi:10.1016/0363-5023(89)90192-5
20. Bartels RHMA, Menovsky T, Van Overbeeke JJ, Verhagen WIM. Surgical management of ulnar nerve compression at the elbow: An analysis of the literature. *J Neurosurg.* 1998;89(5):722-727. doi:10.3171/jns.1998.89.5.0722
21. Bartels RHMA, Verhagen WIM, Van Der Wilt GJ, Meulstee J, Van Rossum LGM, Grotenhuis JA. Prospective randomized controlled study comparing simple decompression versus anterior subcutaneous transposition for idiopathic neuropathy of the ulnar nerve at the elbow: Part 1. *Neurosurgery.* 2005;56(3):522-529. doi:10.1227/01.NEU.0000154131.01167.03
22. Biggs M, Curtis JA. Randomized, prospective study comparing ulnar neurolysis in situ with submuscular transposition. *Neurosurgery.* 2006;58(2):296-303. doi:10.1227/01.NEU.0000194847.04143.A1
23. abouzeid walid, Almamoun M, Niazy T, Abbas M, Abdeltawab M. Ulnar Nerve in Situ Decompression versus Transposition for Idiopathic Cubital Tunnel Syndrome: Long-term clinical outcome: Multicenteric retrospective study. *Pan Arab J Neurosurg.* 2022;17(1):71-79. doi:10.21608/pajn.2022.106067.1039
24. Caliendo P, La Torre G, Padua R, Giannini F, Padua L. Treatment for ulnar neuropathy at the elbow. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;2016(11):CD006839. doi:10.1002/14651858.CD006839.pub4
25. Mowlavi A, Andrews K, Lille S, Verhulst S, Zook EG, Milner S. The management of cubital tunnel syndrome: A meta-analysis of clinical studies. *Plast Reconstr Surg.* 2000;106(2):327-334. doi:10.1097/00006534-200008000-00014
26. Hutchinson DT, Sullivan R, Sinclair MK. Long-term Reoperation Rate for Cubital Tunnel Syndrome: Subcutaneous Transposition Versus In Situ Decompression. *Hand.* 2021;16(4):447-

452. doi:10.1177/1558944719873153

27. Carlton A, Khalid SI. Surgical Approaches and Their Outcomes in the Treatment of Cubital Tunnel Syndrome. *Front Surg*. 2018;5:48. doi:10.3389/fsurg.2018.00048
28. Gervasio O, Gambardella G. Anterior submuscular transposition of the ulnar nerve in severe cubital tunnel syndrome: Personal experience. *J Neurosurg Sci*. 2004;48(3):113-116.

Table 1: Clinical data of all patients and comparison between groups In Situ Decompression (Group 1) and Subcutaneous Anterior Transposition (Group 2)

	Total (n: 69)	Group 1 (n:37)	Group 2 (n:32)	<i>P</i> value
Age	42.36±12.16 (22-68)	43.46±12.20 (22-68)	41.09±12.19 (23-68)	0.425 [*]
Female	28 (40.6%)	15 (40.5%)	13 (40.6%)	0.994 ⁺
Male	41 (59.4%)	22 (59.5%)	19 (59.4%)	
Follow-up time (month)	48.36±24.47 (12-87)	45.81±24.14 (12-81)	51.03±24.93 (12-87)	0.381 [*]
Right	31 (44.9%)	18 (48.6%)	13 (40.6%)	0.504 ⁺
Left	38 (55.1%)	19 (51.4%)	19 (59.4%)	
Dominant	33 (47.8%)	18 (48.6%)	15 (46.9%)	0.883 ⁺
Non-Dominant	36 (52.2%)	19 (51.4%)	17 (52.1%)	
Symptom duration(months)	5.2±2.4 (3-7)	5.1±1.8 (4-7)	5.3±1.6 (3-7)	0.489 [*]
<i>EMG severity</i>				
Mild	25 (36.2%)	13 (35.2%)	12 (37.5%)	0.933 ⁺
Moderate	32 (46.4%)	17 (45.9%)	15 (46.9%)	
Severe	12 (17.4%)	7 (18.9%)	5 (15.6%)	
<i>Dellon Classification</i>				
Mild	13 (18.8%)	7 (18.9%)	6 (18.8%)	0.687 ⁺
Moderate	25 (36.2%)	15 (40.5%)	10 (31.3%)	
Severe	31 (44.9%)	15 (40.5%)	16 (50.0%)	

*: Student *t*-test; ⁺: Pearson *Chi*-square test, EMG: Electromyography

Table 2: Clinical outcomes at the last follow-up

	Total (n: 69)	Group 1 (n:37)	Group 2 (n:32)	P value[*]
Quick DASH	9.26±5.18 (2.27-20.45)	9.46±5.37 (2.27-20.45)	9.02±5.01 (2.27-18.18)	0.728
VAS	3.26±1.41 (1-7)	3.41±1.54 (1-7)	3.09±1.25 (1-6)	0.364
Modified Bishop Score	10.07±1.25 (8-12)	10.05±1.29 (8-12)	10.09±1.23 (8-12)	0.897
Elbow ROM (°)	129.96±13.12 (101-148)	130.54±13.37 (102-148)	129.28±13.01 (101-148)	0.694

DASH: Quick Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand; VAS: Visual Analogue Scale; ROM: Range of Motion; ^{*}: Student *t*-test

Presentation ID / Sunum No= 139

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0009-0009-3820-6841

Spinal Kitleyi Taklit Eden Tüberküloz Spondiliti: Tanısal Bir Tuzak

Exp. Dr. Eray Abat¹

¹ Beyin ve Sinir Cerrahisi Kliniği, Develi Dr. Ekrem Karakaya Devlet Hastanesi, Kayseri, Türkiye

347

Özet

Spinal tüberküloz vertebral enfeksiyonların önemli nedenlerinden biri olup genellikle disk aralığı ve komşu vertebral cisimlerin tutulumu ile karakterizedir. Bununla birlikte bazı olgularda tümör benzeri radyolojik bulgular ile prezente olarak tanısal güçlük oluşturmaktadır. Spinal tüberkülozun genç erişkinlerde görülmesi ve spinal kitleyi taklit etmesi klinik açıdan nadir ve yanıltıcı bir durumdur. Otuz iki yaşında kadın hasta, şiddetli boyun ağrısı ve progresif kifotik deformite nedeniyle dış merkezde çekilen manyetik rezonans görüntüleme sonrası spinal tümör ön tanısı ile kliniğimize yönlendirildi. Hastanın nörolojik muayenesinde motor veya duyu defisiti saptanmadı. Ateş öyküsü bulunmayan hastanın C-reaktif protein değeri normal sınırlarda idi. Manyetik rezonans görüntülemede T2 vertebra korpusunda belirgin destrüksiyon, disk mesafesinde daralma ve hem epidural hem de paravertebral yumuşak doku komponenti ile uyumlu lezyon izlendi. Lezyon spinal kord üzerinde bası oluşturmaktaydı. Hasta genel anestezi altında opere edildi. Cerrahi sırasında C6–T5 posterior transpediküler enstrümantasyon uygulanarak T2 laminektomi ve korpektomi gerçekleştirildi, lezyon eksize edildi ve ardından kafes yerleştirildi. Cerrahi sırasında veya postoperatif dönemde komplikasyon gelişmedi. Postoperatif görüntülemede enstrümantasyonun uygun pozisyonda olduğu ve kifotik deformitenin düzeldiği görüldü. Patolojik inceleme sonucunda lezyonun tüberküloz ile uyumlu olduğu saptandı ve hasta enfeksiyon hastalıkları kliniğine yönlendirilerek antitüberküloz tedavi başlandı. Postoperatif üçüncü ay kontrolünde hastanın klinik olarak şikayetin olmadığı ve manyetik rezonans görüntülemede rezidü lezyon izlenmediği görüldü. Spinal tüberküloz bazı durumlarda spinal tümörleri taklit edebilmektedir. Bu nedenle spinal kitle ile başvuran hastalarda ayırıcı tanıda enfeksiyöz nedenlerin de göz önünde bulundurulması erken tanı ve uygun tedavi açısından önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Spinal Tüberküloz, Spondilit, Spinal Kitle, Ayırıcı Tanı, Spinal Cerrahi

Giriş

Spinal tüberküloz, Mycobacterium tuberculosis'in vertebral kolona yerleşmesi sonucu gelişen kronik granülomatöz bir enfeksiyondur. Hastalık vertebral enfeksiyonların önemli bir bölümünü oluşturmakta olup özellikle gelişmekte olan ülkelerde önemli bir sağlık sorunu olmaya devam etmektedir (1).

Spinal tüberküloz sıklıkla vertebral korpusun anterior kısmını tutmakta ve komşu disk aralığına yayılım göstermektedir. İlerleyen olgularda vertebral destrüksiyon, paravertebral apse oluşumu, epidural bası ve spinal deformite gelişebilmektedir (2).

Bununla birlikte bazı olgularda spinal tüberküloz tümör benzeri radyolojik görünüm sergileyerek metastatik tümörler veya primer vertebral tümörler ile karışabilmektedir. Özellikle genç hastalarda spinal kitle görünümü ile prezente olan tüberküloz spondiliti tanısı süreci zorlaştırabilmektedir (3).

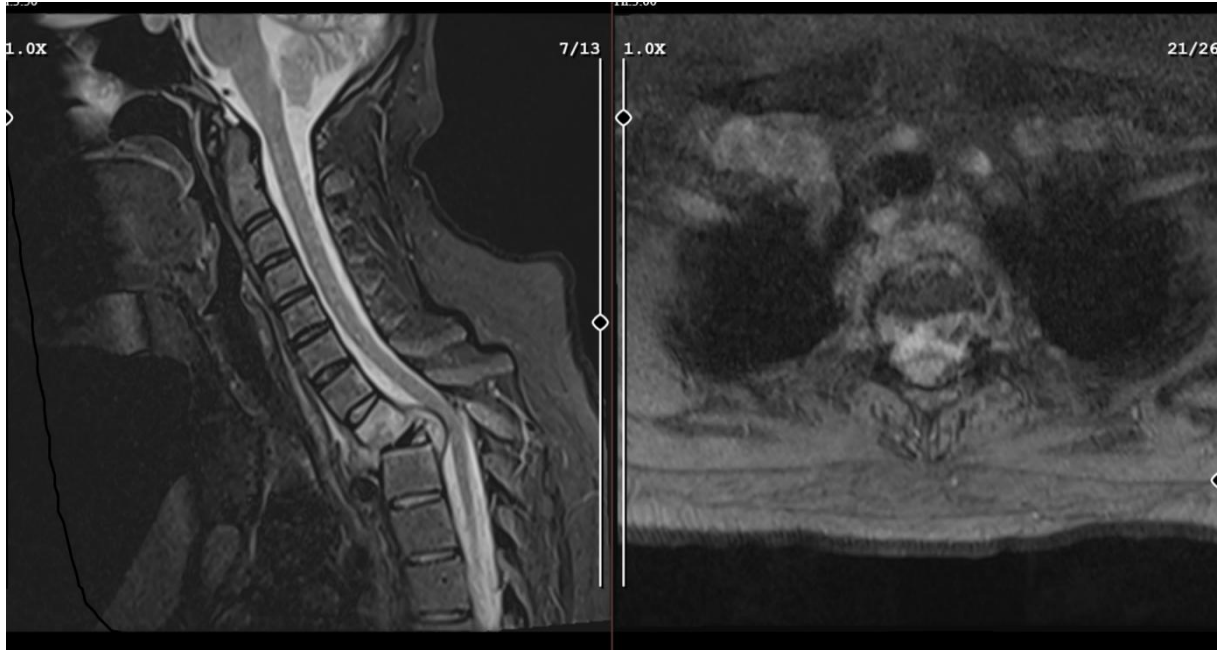
Bu çalışmada spinal tümör ön tanısı ile cerrahi planlanan ve postoperatif patolojik inceleme sonucunda tüberküloz spondiliti tanısı konulan genç bir hastada tanısı sürecin ve cerrahi tedavinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Olgu

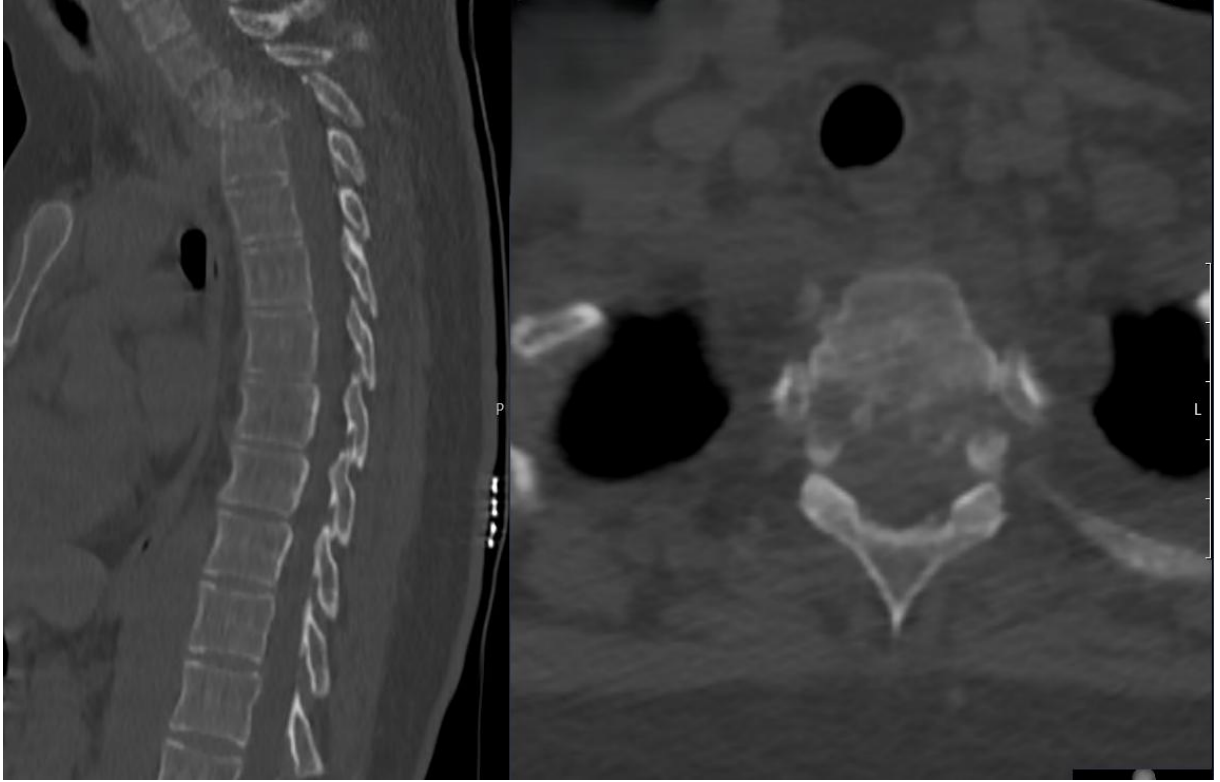
Otuz iki yaşında kadın hasta şiddetli boyun ağrısı ve progresif kifotik deformite şikayetleri ile başvurdu. Dış merkezde çekilen manyetik rezonans görüntüleme incelemesinde T2 vertebra seviyesinde spinal kitle ile uyumlu görünüm saptanması üzerine hasta spinal tümör ön tanısı ile kliniğimize yönlendirildi.

Hastanın özgeçmişinde hipotiroidi dışında bilinen sistemik hastalık bulunmamaktaydı. Ateş öyküsü yoktu. Nörolojik muayenesinde lateralize motor defisit veya duyu kaybı saptanmadı. Hoffmann ve Spurling testleri negatifti. Üriner veya fekal inkontinans öyküsü bulunmamaktaydı. Laboratuvar incelemelerinde C-reaktif protein düzeyi 6 mg/L olup normal sınırlarda değerlendirildi.

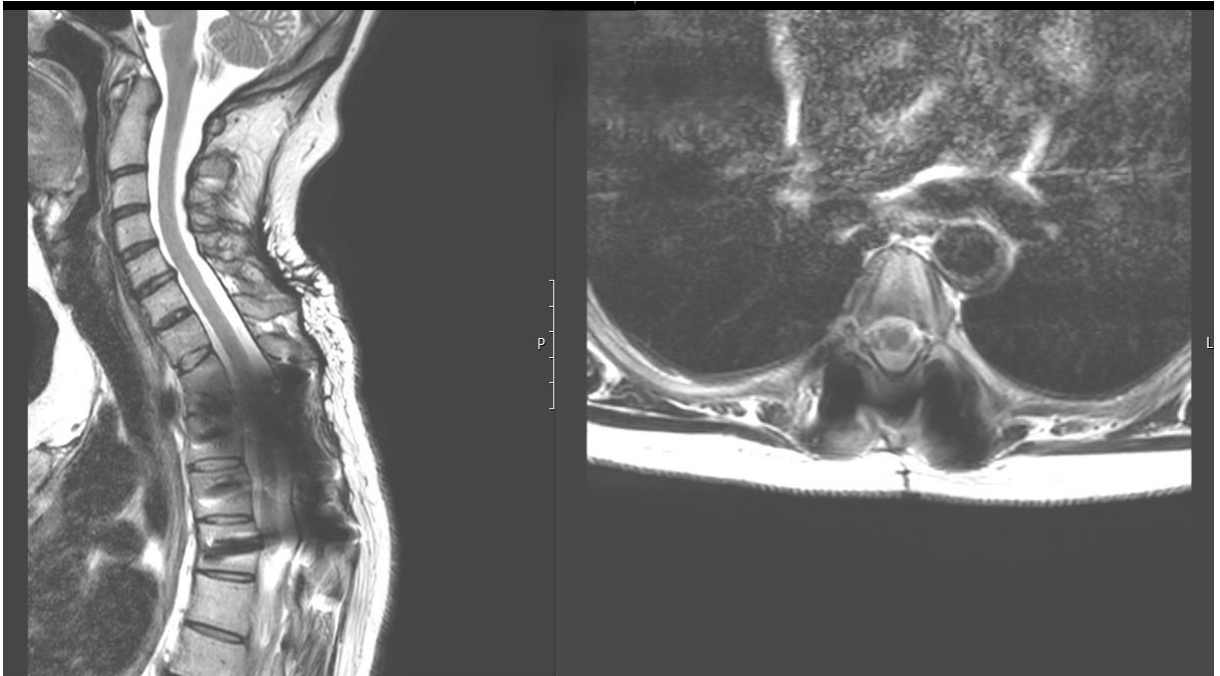
Preoperatif manyetik rezonans görüntülemede T2 vertebra korpusunda belirgin destrüksiyon, disk mesafesinde daralma ve hem epidural hem de paravertebral yumuşak doku komponenti ile uyumlu lezyon izlendi. Lezyon spinal kord üzerinde bası oluşturmaktaydı ve lokal kifotik deformite ile birlikteydi.



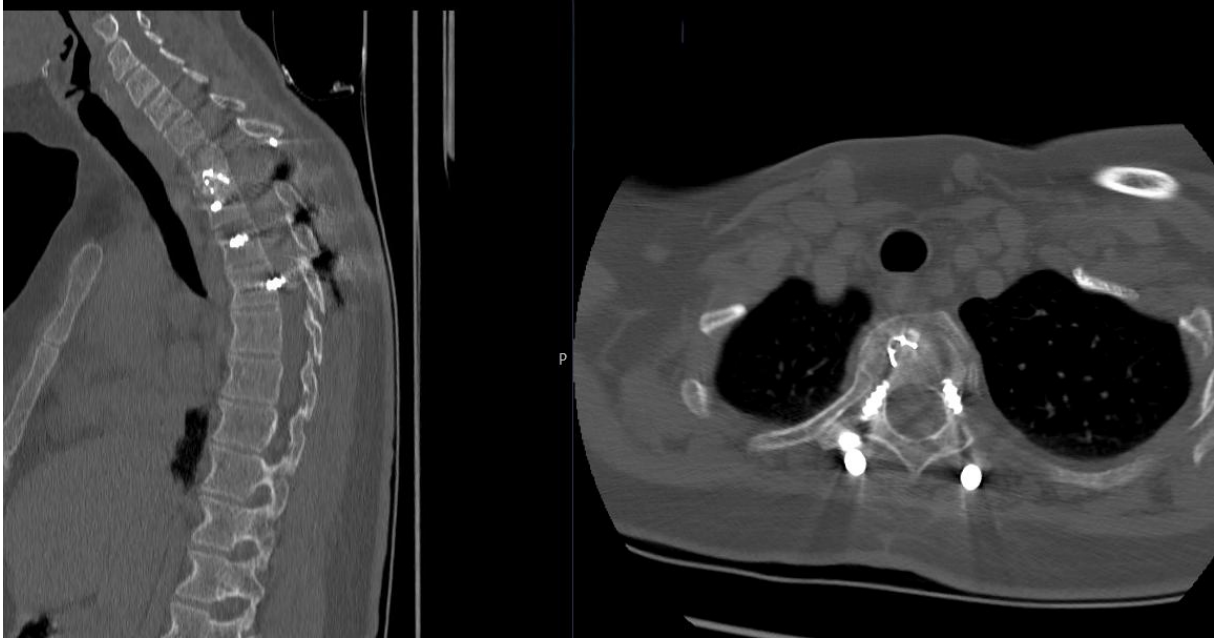
Resim 1. T2 vertebra seviyesinde korpus destrüksiyonu ve epidural basıyı gösteren preoperatif manyetik rezonans görüntüleme.



Resim 2. T2 vertebra korpusunda destrüksiyonu gösteren preoperatif bilgisayarlı tomografi görüntüsü. Hasta genel anestezi altında cerrahiye alındı. C6–T5 seviyeleri arasında posterior transpediküler vidalar ile enstrümantasyon uygulandı. Ardından T2 laminektomi ve korpektomi gerçekleştirildi. Vertebral korpus çıkarıldıktan sonra kafes yerleştirilerek anterior kolon rekonstrüksiyonu sağlandı ve lezyon eksize edildi.



Resim 3. Cerrahi sonrası spinal kordun dekomprese olduğunu ve kord basısının ortadan kalktığını gösteren postoperatif manyetik rezonans görüntüleme.



Resim 4. Posterior enstrümantasyon ve vertebral rekonstrüksiyonu gösteren postoperatif bilgisayarlı tomografi görüntüsü.

Postoperatif dönemde komplikasyon gelişmedi. Hasta ameliyat sonrası erken dönemde mobilize edildi. Postoperatif bilgisayarlı tomografi incelemesinde enstrümantasyonun uygun pozisyonda olduğu ve kifotik deformitenin düzeldiği görüldü. Hasta ameliyat sonrası üçüncü günde öneriler ile taburcu edildi.

Patolojik inceleme sonucunda lezyonun tüberküloz ile uyumlu olduğu bildirildi. Bunun üzerine hasta enfeksiyon hastalıkları kliniğine yönlendirilerek antitüberküloz tedavi başlandı. Postoperatif üçüncü ay kontrolünde hastanın klinik olarak şikayetinin olmadığı ve manyetik rezonans görüntülemeye rezidü lezyon izlenmediği görüldü.

Tartışma

Spinal tüberküloz vertebral kolonun en sık görülen enfeksiyonlarından biridir ve çoğunlukla torakal ve torakolomber bölgede yerleşim göstermektedir (1). Hastalık genellikle vertebral korpusun anterior kısmında başlamakta ve komşu disk aralığına yayılmaktadır.

Klasik radyolojik bulgular vertebral destrüksiyon, disk aralığında daralma ve paravertebral apse oluşumudur (2). Ancak bazı olgularda spinal tüberküloz, tümör benzeri görünüm sergileyerek metastatik tümörler, primer vertebral tümörler veya lenfoproliferatif hastalıklar ile karışabilmektedir (3).

Genç hastalarda spinal kitle gibi prezente olan tüberküloz spondiliti tanısı süreci zorlaştırabilir. Sunulan hastada da enfeksiyona ait sistemik bulguların bulunmaması ve inflamatuvar belirteçlerin normal sınırlarda olması nedeniyle öncelikli olarak spinal tümör düşünülmüştür.

Spinal tüberküloz tedavisinde temel yaklaşım antitüberküloz ilaç tedavisidir. Bununla birlikte nörolojik defisit varlığı, spinal instabilite, ciddi deformite veya tanısı belirsizlik durumlarında cerrahi tedavi gerekli olabilmektedir (4,5).

Bu olguda spinal kord basısı ve kifotik deformite nedeniyle cerrahi dekompresyon ve stabilizasyon uygulanmış, patolojik inceleme sonucunda tüberküloz tanısı doğrulanmıştır.

Sonuç

Spinal tüberküloz bazı durumlarda spinal tümörü taklit eden radyolojik bulgular ile prezente olabilir. Özellikle genç hastalarda spinal kitle görünümü ile başvuran olgularda enfeksiyöz nedenlerin ayırıcı

tanıda dikkate alınması önemlidir. Erken tanı ve uygun tedavi ile nörolojik komplikasyonlar ve spinal deformite gelişimi önlenabilir.

Kaynaklar

1. Garg RK, Somvanshi DS. Spinal tuberculosis: a review. *J Spinal Cord Med.* 2011;34(5):440-454. doi:10.1179/2045772311Y.00000000023
2. Rasouli MR, Mirkoochi M, Vaccaro AR, Yarandi KK, Rahimi-Movaghar V. Spinal tuberculosis: diagnosis and management. *Asian Spine J.* 2012;6(4):294-308. doi:10.4184/asj.2012.6.4.294
3. Niedermeyer S, Draenert R, Beck A, et al. Spinal Tuberculosis within the Vertebral Arch Mimicking a Malignant Tumor: Case Report. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg.* 2023;84(1):91-94. doi:10.1055/s-0042-1746171
4. Shanmuganathan R, Ramachandran K, Shetty AP, Kanna RM. Active tuberculosis of spine: Current updates. *N Am Spine Soc J.* 2023;16:100267. Published 2023 Aug 21. doi:10.1016/j.xnsj.2023.100267
5. Garg D, Goyal V. Spinal Tuberculosis Treatment: An Enduring Bone of Contention. *Ann Indian Acad Neurol.* 2020;23(4):441-448. doi:10.4103/aian.AIAN_141_20

Presentation ID / Sunum No= 144

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0001-51112051

Surgical Or Conservative Treatment in Acute Achilles Tendon Rupture'

Exp. Dr. Ahmet Mert¹

¹Private Pendik Yüzyıl Hospital

*Corresponding author: AHMET MERT

352

Abstract

Introduction The Achilles tendon is the strongest tendon in the human body and is formed by the confluence of the gastrocnemius and soleus muscle fibers, inserting onto the posterior surface of the calcaneus. In addition to providing significant stability to the ankle during the stance phase, it plays a crucial role in functional activities such as walking, running, and jumping **Material Method** Patients who were followed up for acute Achilles tendon rupture in our clinic between July 2022 and December 2025 were included in this study. A total of 38 patients were evaluated, including 19 patients treated surgically and 19 patients treated conservatively. The mean age of the patients in the surgical treatment group was 33.4 years (range: 21–45), consisting of 15 males and 4 females. In the conservative treatment group, the mean age was 32.3 years (range: 22–47), including 17 males and 2 females. No additional comorbidities were identified in either group. The mean follow-up duration was 11 months in the surgical group and 12 months in the conservative group. Functional outcomes in both groups were assessed using the Achilles Tendon Total Rupture Score (ATRS). ATRS evaluations were performed at 3 months, 6 months, and 12 months post-injury. **Results** The mean ATRS score at 3 months was 47.2 in the conservative treatment group and 54.5 in the surgical treatment group. At 6 months, the ATRS score was 77.8 in the conservative group and 85.6 in the surgical group. At 12 months, the ATRS score was 93.8 in the conservative group and 94.6 in the surgical group. Similarly, the findings of our study indicate that both treatment methods provide comparable long-term functional outcomes. **Conclusion** However, considering the potential complications associated with surgical treatment—such as soft tissue problems, possible neurovascular injury, hospitalization, and higher treatment costs—conservative treatment methods may be considered a preferable initial option in appropriately selected patients.

Keywords: Achilles Tendon Rupture Conservative Treatment Surgical Repair Achilles Tendon Total Rupture Score (ATRS)

Introduction

The Achilles tendon is the strongest tendon in the human body and is formed by the confluence of the gastrocnemius and soleus muscle fibers, inserting onto the posterior surface of the calcaneus. In addition to providing significant stability to the ankle during the stance phase, it plays a crucial role in functional activities such as walking, running, and jumping.

Achilles tendon rupture is commonly observed in young individuals engaged in sports activities. However, it may also occur in elderly individuals following minor trauma or minimal strain, particularly in the presence of connective tissue disorders or chronic systemic diseases affecting connective tissue integrity. The incidence of Achilles tendon rupture is highest between the ages of 37 and 44 years, with an estimated annual incidence of approximately 3 per 100,000 individuals (1).

In recent years, the incidence of Achilles tendon injuries has increased in the elderly population, largely due to increased life expectancy and a higher level of physical activity among older individuals (2).

Treatment options for acute Achilles tendon rupture include both surgical repair and conservative management. Conservative treatment methods typically involve immobilization in an equinus position using casting or adjustable ankle braces. In the present study, we aimed to compare patients treated conservatively with a ROM walker and those who underwent surgical repair in terms of recovery time, return to daily activities, functional outcomes, and complication rates.

Materials and Methods

Patients who were followed up for acute Achilles tendon rupture in our clinic between **July 2022 and December 2025** were included in this study. A total of **38 patients** were evaluated, including **19 patients treated surgically and 19 patients treated conservatively**.

The mean age of the patients in the surgical treatment group was **33.4 years** (range: 21–45), consisting of **15 males and 4 females**. In the conservative treatment group, the mean age was **32.3 years** (range: 22–47), including **17 males and 2 females**. No additional comorbidities were identified in either group. The mean follow-up duration was **11 months in the surgical group and 12 months in the conservative group**.

In the surgical treatment group, a posterior incision was made over the Achilles tendon. Tendon repair was performed using the **Krackow suture technique with 5-0 nonabsorbable sutures**. Postoperatively, patients were immobilized with a **long-leg circular cast in the equinus position for four weeks**. At the fourth week, the cast was changed to a **short-leg cast in the neutral position**, and immobilization continued for a total of **six weeks**. Partial weight-bearing was allowed after the fourth week in the neutral-position cast. After the sixth week, the cast was removed and replaced with an **adjustable ankle brace allowing 0–30 degrees of motion**. Full weight-bearing and ankle rehabilitation were initiated at this stage. After eight weeks, the brace was discontinued, and patients were allowed full weight-bearing and unrestricted ankle motion.

In the conservative treatment group, patients were treated with an **adjustable ankle brace**. During the first four weeks following injury, the ankle was immobilized in the **equinus position without weight-bearing**. At the fourth week, the brace was adjusted to allow **0–15 degrees of motion**, and partial weight-bearing was permitted. At the sixth week, the brace allowed **0–30 degrees of motion**. At the eighth week, full ankle motion and full weight-bearing were permitted, and rehabilitation was initiated. The brace was discontinued after **ten weeks**.

Functional outcomes in both groups were assessed using the **Achilles Tendon Total Rupture Score (ATRS)**. ATRS evaluations were performed at **3 months, 6 months, and 12 months** post-injury.

Patients with **open injuries, chronic diseases affecting healing, local infection, additional injuries, or a history of chronic steroid use** were excluded from the study.

1. Are you limited due to decreased strength in the calf/Achilles tendon/foot?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 (No limitations)
2. Are you limited due to fatigue in the calf/Achilles tendon/foot?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 (No limitations)
3. Are you limited due to stiffness in the calf/Achilles tendon/foot?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 (No limitations)
4. Are you limited due to pain in the calf/Achilles tendon/foot?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 (No limitations)
5. Are you limited during activities of daily living?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 (No limitations)
6. Are you limited when walking on uneven surfaces?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 (No limitations)
7. Are you limited when walking quickly up the stairs or up a hill?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 (No limitations)
8. Are you limited during activities that include running?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 (No limitations)
9. Are you limited during activities that include jumping?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 (No limitations)
10. Are you limited in performing hard physical labour?	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 (No limitations)

Figure 1. Achilles Tendon Rupture Score (ATRS)

Results

During follow-up of the surgically treated patients, **two patients developed partial wound dehiscence associated with serous discharge at the incision site**. In one patient, the condition resolved with daily wound care using **rifocin and povidone-iodine**. In the other patient, **debridement and vacuum-assisted closure (VAC) therapy** were performed. Following resolution of the infection and reduction in wound size, **secondary suturing** was carried out, and the wound healed successfully.

No wound complications were observed in the remaining patients.

In the surgical treatment group, **one patient developed partial injury of the sural nerve**. During follow-up, a significant improvement in sensory function was observed at the **sixth month**, and **complete recovery** was achieved by the **eleventh month**. No other complications were detected.

The mean ATRS score at **3 months** was **47.2 in the conservative treatment group** and **54.5 in the surgical treatment group**. At **6 months**, the ATRS score was **77.8 in the conservative group** and **85.6 in the surgical group**. At **12 months**, the ATRS score was **93.8 in the conservative group** and **94.6 in the surgical group**.

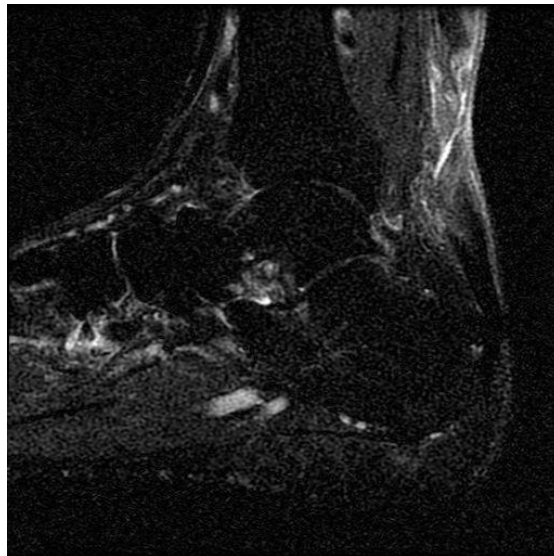


Figure 2. MRI image of a 62-year-old patient after injury

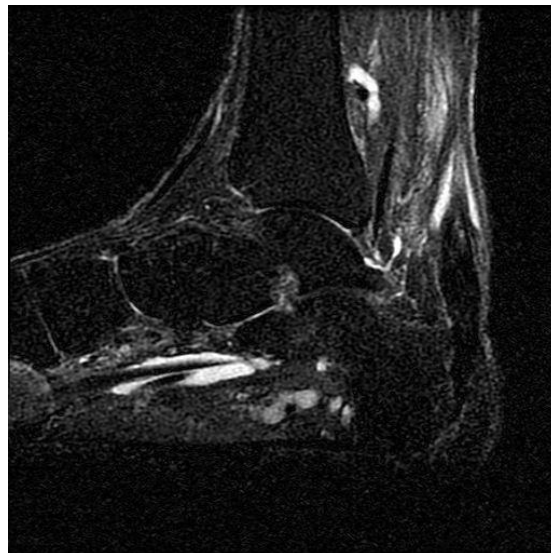


Figure 3. Follow-up MRI at 3 months of same 62-year-old patient treated conservatively

Discussion

The Achilles tendon is one of the most important tendons in the human body, playing a critical role in functions such as walking, running, and maintaining balance during weight-bearing activities.

Recent studies have demonstrated an increase in the incidence of Achilles tendon injuries due to multiple factors. Consequently, various surgical techniques and conservative treatment protocols have been described in the management of these injuries.

Comparative studies evaluating surgical and conservative treatment methods have generally reported **similar functional outcomes**, without demonstrating a clear superiority of one treatment over the other.

Similarly, the findings of our study indicate that **both treatment methods provide comparable long-term functional outcomes**.

However, considering the potential complications associated with surgical treatment—such as soft tissue problems, possible neurovascular injury, hospitalization, and higher treatment costs—**conservative treatment methods may be considered a preferable initial option in appropriately selected patients.**

1. Ganestam A, Kallemose T, Troelsen A, Barfod KW. Increasing incidence of acute Achilles tendon rupture and a noticeable decline in surgical treatment from 1994 to 2013. A nationwide registry study of 33,160 patients. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2016;24:3730-7. doi:10.1007/s00167-015-3544-5
2. Egger AC, Berkowitz MJ. Achilles tendon injuries. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2017;10:72-80. doi:10.1007/s12178-017-9386-7
3. Huttunen TT, Kannus P, Rolf C, Fellander-Tsai L, Mattila VM. Acute achilles tendon ruptures: incidence of injury and surgery in Sweden between 2001 and 2012. *Am J Sports Med* 2014; 42: 2419e23.

Presentation ID / Sunum No= 155

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-6549-4166

Functional Outcomes of Anatomic Anterior Cruciate Ligament Reconstruction Using Retrograde Tibial Drilling and Far Anteromedial Portal Technique: A Retrospective Cohort Study

357

Exp. Dr.Harun Köse¹, Assoc. Prof. Dr.Emre Ergen²

¹Ilhan Ozdemir State Hospital Giresun, Turkey

²İnönü Üniversitesi, Orthopedics and Traumatology Department Malatya, Turkey

*Corresponding author: Harun Köse

Abstract

Background: Anterior cruciate ligament (ACL) reconstruction remains the gold standard treatment for ACL ruptures in physically active individuals. Various surgical techniques have been developed to achieve anatomic reconstruction and optimize functional outcomes. This study aimed to evaluate the early functional outcomes of anatomic ACL reconstruction performed using retrograde tibial drilling combined with the far anteromedial portal technique. Methods: This retrospective cohort study included 33 patients with ACL rupture who underwent arthroscopic ACL reconstruction using hamstring tendon autograft between 2021 and 2022 at a tertiary academic medical center. The surgical technique employed retrograde tibial drilling for femoral tunnel creation via a far anteromedial portal approach. Functional outcomes were assessed preoperatively and at 6 weeks, 3 months, and 12 months postoperatively using the Tegner-Lysholm Knee Scoring Scale, Modified Cincinnati Rating System, and International Knee Documentation Committee (IKDC) subjective knee evaluation form. Results: All 33 patients (100% male) completed the 12-month follow-up. The mean age was 28 years (range: 18-44), and sports-related injuries accounted for 84.8% of cases. Preoperative clinical examination revealed varying degrees of knee instability, with positive Lachman test in 90.9% and positive pivot shift test in 63.6% of patients. Significant improvements were observed in all functional scores from preoperative to 12-month postoperative assessments ($p < 0.001$). The mean Tegner-Lysholm score improved from 46.8 ± 17.3 preoperatively to 83.7 ± 10.5 at 12 months. The mean IKDC score increased from 36.3 ± 14.4 to 68.4 ± 15.1 , and the Cincinnati score improved from 41.3 ± 15.9 to 80.2 ± 10.9 . Postoperative stability assessment demonstrated restoration of knee stability in the majority of patients, with 66.7% showing negative anterior drawer test at final follow-up. Conclusions: Anatomic ACL reconstruction utilizing retrograde tibial drilling and the far anteromedial portal technique yielded satisfactory early functional outcomes. This technique demonstrates advantages including reduced donor site morbidity, facilitation of anatomic tunnel placement, and utilization of a single tendon graft. Long-term follow-up studies with larger cohorts are warranted to further validate these findings.

Keywords: Anterior cruciate ligament; ACL reconstruction; Retrograde tibial drilling; Far anteromedial portal; Hamstring autograft; Functional outcomes; Tegner-Lysholm score; IKDC; Cincinnati score

1. Introduction

Anterior cruciate ligament (ACL) rupture represents one of the most prevalent ligamentous injuries affecting the knee joint, with an annual incidence approaching 75 per 100,000 individuals in the general population (1). This injury predominantly affects young, physically active individuals engaged in contact and pivoting sports, with a notable increase in pediatric populations attributed to earlier sports participation (2). The female athletic population demonstrates a disproportionately higher injury rate per athletic exposure compared to males (3,4).

The inherent limited biological healing capacity of the ACL necessitates surgical reconstruction to restore functional joint stability and prevent the accelerated development of post-traumatic osteoarthritis (5,6). Consequently, ACL reconstruction has become one of the most frequently performed orthopedic procedures, with surgical volume increasing by approximately 37% in recent years (7).

Arthroscopic ACL reconstruction has emerged as the standard of care, offering a minimally invasive approach to achieve anatomic ligament restoration (8). Non-anatomic reconstructions have been associated with persistent rotational instability, graft attenuation, and impingement phenomena (9,10). Current evidence emphasizes the importance of anatomic tunnel placement to replicate the native ACL footprint and restore physiological knee kinematics.

Two predominant techniques for femoral tunnel creation have gained widespread acceptance: the transportal (TP) and all-inside techniques (AIT). The transportal approach facilitates independent femoral tunnel drilling and offers technical accessibility without requiring specialized instrumentation (11-13). The all-inside technique, introduced as an alternative, utilizes socket-type tunnels that potentially reduce postoperative pain, effusion, and synovial fluid extravasation at the graft-bone interface (14-16). Advantages of AIT include smaller incisions, reduced invasiveness, and versatility in graft options (17,18).

The far anteromedial portal technique represents a refinement of the transportal approach, enabling optimal visualization and accurate anatomic tunnel positioning within the native ACL footprint. Combined with retrograde tibial drilling, this technique may optimize tunnel orientation and graft positioning while minimizing soft tissue trauma.

The objective of this study was to evaluate the early functional outcomes of anatomic ACL reconstruction performed using retrograde tibial drilling and the far anteromedial portal technique with hamstring tendon autograft. We hypothesized that this technique would demonstrate satisfactory functional improvement as measured by validated patient-reported outcome instruments.

2. Materials and Methods

2.1 Study Design and Patient Population

This retrospective cohort study was conducted at the Department of Orthopedics and Traumatology, İnönü University Faculty of Medicine, between January 2021 and December 2022. The study protocol was approved by the institutional ethics committee, and all patients provided written informed consent prior to enrollment.

Inclusion criteria comprised: (1) patients aged 18-50 years with complete ACL rupture confirmed by clinical examination and magnetic resonance imaging (MRI); (2) primary ACL reconstruction using hamstring tendon autograft; and (3) minimum 12-month postoperative follow-up. Exclusion criteria included: (1) multi-ligamentous knee injuries requiring concurrent reconstruction; (2) revision ACL surgery; (3) contralateral ACL deficiency; (4) inflammatory arthropathy or systemic connective tissue disorders; and (5) previous ipsilateral knee surgery.

A total of 33 consecutive patients meeting the eligibility criteria were enrolled in the study. Patient demographics and injury characteristics are presented in Table 1. All patients underwent comprehensive preoperative clinical and radiological evaluation, including standardized physical examination (Lachman test, anterior drawer test, pivot shift test), plain radiographs, and MRI of the affected knee.

2.2 Surgical Technique

All surgical procedures were performed by a single senior orthopedic surgeon (E.E.) under general or regional anesthesia with the patient positioned supine on a standard operating table with a lateral thigh post and foot support to maintain knee flexion.

Graft Harvesting: The semitendinosus tendon was harvested through an oblique or longitudinal incision (4-5 cm) placed two fingerbreadths medial and one fingerbreadth superior to the tibial tubercle, extending distally. Following skin and subcutaneous dissection, the pes anserinus fascia was identified and incised in an "L-shaped" configuration. The semitendinosus tendon was isolated, marked with suture, and harvested using a tendon stripper directed toward the ischial tuberosity. The harvested tendon was prepared on a back table, with meticulous removal of muscle tissue and whip-stitching of the free ends. The graft was quadrupled and tensioned on a graft preparation board. Final graft diameter was measured using sizing cylinders.

Portal Establishment and Diagnostic Arthroscopy: Standard arthroscopic portals were established. A high anterolateral portal was created adjacent to the lateral border of the patellar tendon. A low anteromedial portal was established 1 cm above the medial joint line to provide anterior orientation for femoral tunnel drilling. Portal placement was confirmed arthroscopically using a spinal needle. Systematic diagnostic arthroscopy was performed to assess meniscal and chondral pathology prior to reconstruction.

Femoral Tunnel Preparation: With the knee positioned in 90 degrees of flexion, the center of the femoral footprint was marked using an awl or curette. The femoral tunnel was created using a retrograde drilling system (FlipCutter, Arthrex Inc., Naples, FL, USA) through the far anteromedial portal. The tunnel was drilled to a depth of 20-25 mm with a diameter matching the prepared graft.

Tibial Tunnel Preparation: The tibial tunnel was created using an outside-in technique with a tibial aiming guide set at 55 degrees. The guide was positioned to target the center of the native ACL tibial footprint, verified arthroscopically.

Graft Passage and Fixation: The quadrupled semitendinosus graft was passed through the tibial tunnel and into the femoral socket using passing sutures. Femoral fixation was achieved using a cortical suspensory device (EndoButton CL, Smith & Nephew, Andover, MA, USA). The graft was tensioned with the knee in 20-30 degrees of flexion, and tibial fixation was performed using an interference screw supplemented with a cortical button or staple as needed.

2.3 Postoperative Rehabilitation

A standardized four-phase rehabilitation protocol was implemented for all patients:

Phase I (Days 0-7): Emphasis on pain and effusion management, passive range of motion exercises targeting full extension and 90 degrees of flexion using continuous passive motion (CPM), quadriceps isometric exercises, and progression to straight leg raises.

Phase II (Week 2-4): Achievement of full extension, gradual restoration of full flexion range, patellar mobilization exercises, progressive hamstring strengthening, and initiation of closed kinetic chain exercises.

Phase III (Weeks 5-8): Continuation of previous exercises with addition of active knee extension (90-30 degrees), lateral step-ups, and progression of closed kinetic chain exercises.

Phase IV (Week 8 onwards): Proprioceptive training, arthrometric stability assessment at 10 weeks, isokinetic testing, hop testing at 12 weeks, light jogging when quadriceps strength reaches 70% of the contralateral limb, and sport-specific exercises when strength reaches 80%.

2.4 Outcome Assessment

Functional outcomes were evaluated using three validated patient-reported outcome instruments administered preoperatively and at 6 weeks, 3 months, and 12 months postoperatively:

1. Tegner-Lysholm Knee Scoring Scale: A 100-point scale assessing symptoms and functional limitations, with scores categorized as excellent (95-100), good (84-94), fair (65-83), or poor (<65).

2. Modified Cincinnati Rating System: A comprehensive knee rating system evaluating symptoms, functional capacity, and activity level, with scores interpreted as excellent (>80), good (55-79), fair (30-54), or poor (<30).

3. International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Evaluation Form: An 18-item instrument assessing symptoms, sports activities, and knee function, with higher scores indicating better function.

Clinical examination including the Lachman test, anterior drawer test, and pivot shift test was performed preoperatively and at final follow-up, with findings documented in Tables 2 and 4.

2.5 Statistical Analysis

Statistical analyses were performed using SPSS version 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA). Continuous variables were expressed as mean $\pm$ standard deviation (SD) with range, and categorical variables were presented as frequencies and percentages. The Shapiro-Wilk test was used to assess normality of data distribution.

Correlations between continuous variables were analyzed using Spearman's rank correlation coefficient. Comparisons between groups were performed using the Mann-Whitney U test for two independent groups and the Kruskal-Wallis H test for multiple groups. Repeated measures analysis was employed to evaluate changes in functional scores across time points. A two-tailed p-value <0.05 was considered statistically significant.

3. Results

3.1 Patient Demographics and Injury Characteristics

A total of 33 patients were enrolled and completed the study protocol. Patient demographics and injury characteristics are summarized in **Table 1**. All patients were male, with a mean age of 28 years (range: 18-44 years). The predominant mechanism of injury was sports-related in 28 patients (84.8%), while 5 patients (15.2%) sustained injuries through other mechanisms. Right knee involvement was observed in 21 cases (63.6%) and left knee in 12 cases (36.4%).

The mean interval from injury to surgical reconstruction was 9.5 months (range: 0.25-120 months). Fifteen patients (45.5%) were classified as acute presentations (surgery within 3 months of injury), while 18 patients (54.5%) presented with chronic ACL deficiency.

The mean graft diameter achieved was 8.4 mm (range: 7-9 mm). Concomitant intra-articular pathology was identified in 17 patients: isolated meniscal lesions in 10 patients (30.3%), osteochondral defects (OCD) in 3 patients (9.1%), and combined meniscal and osteochondral pathology in 4 patients (12.1%). The remaining 16 patients (48.5%) had isolated ACL rupture without associated pathology.

The mean follow-up duration was 17 months (range: 13-24 months). No patients were lost to follow-up, and there were no cases of graft failure, deep infection, or major complications requiring reoperation during the study period.

Table 1. Patient Demographics and Injury Characteristics (n=33)

Variable	Value
Demographic Characteristics	
Age, years (mean $\pm$ SD)	28 $\pm$ 7.2 (range: 18-44)
Sex, male n (%)	33 (100)
Injury Characteristics	
Mechanism of injury, n (%)	
Sports-related	28 (84.8)
Other	5 (15.2)
Affected side, n (%)	
Right knee	21 (63.6)
Left knee	12 (36.4)
Time from injury to surgery, months (mean $\pm$ SD)	9.5 $\pm$ 22.1 (range: 0.25-120)
Injury timing, n (%)	
Acute ($\leq$ 3 months)	15 (45.5)
Chronic ($>$ 3 months)	18 (54.5)
Concomitant Pathology	
Isolated ACL rupture, n (%)	16 (48.5)
Meniscal lesion, n (%)	10 (30.3)
Osteochondral defect (OCD), n (%)	3 (9.1)
Meniscus + OCD, n (%)	4 (12.1)
Graft Characteristics	
Graft diameter, mm (mean $\pm$ SD)	8.4 $\pm$ 0.6 (range: 7-9)
Follow-up	
Follow-up duration, months (mean $\pm$ SD)	17 $\pm$ 3.4 (range: 13-24)
Lost to follow-up, n (%)	0 (0)

Abbreviations: ACL, anterior cruciate ligament; OCD, osteochondral defect; SD, standard deviation.

3.2 Preoperative Clinical Findings

Preoperative clinical examination demonstrated positive Lachman test in 30 patients (90.9%): grade I in 26 patients (78.8%) and grade II in 4 patients (12.1%). The pivot shift test was positive in 21 patients (63.6%): grade I in 12 patients (36.4%), grade II in 8 patients (24.2%), and grade III in 1 patient (3.0%). The anterior drawer test was positive in 32 patients (97.0%): grade I in 16 patients (48.5%), grade II in 11 patients (33.3%), and grade III in 5 patients (15.2%). Detailed preoperative examination findings are presented in **Table 2**.

Preoperative functional scores reflected significant disability. The mean Tegner-Lysholm score was 46.8 $\pm$ 17.3 (range: 21-86; median: 50), indicating poor to fair knee function. The mean IKDC score was 36.3 $\pm$ 14.4 (range: 16.1-81.6; median: 34.5), and the mean Cincinnati score was 41.3 $\pm$ 15.9 (range: 12-85; median: 42).

Significant positive correlations were observed between preoperative functional scores: Tegner-Lysholm and IKDC ($r = 0.595$, $p < 0.01$), Tegner-Lysholm and Cincinnati ($r = 0.569$, $p < 0.01$), and IKDC and Cincinnati ($r = 0.695$, $p < 0.01$).

Table 2. Preoperative Clinical Examination Findings (n=33)

Clinical Test	Grade	n (%)	Total Positive
Lachman Test			30 (90.9%)
	Negative	3 (9.1)	
	Grade I (+)	26 (78.8)	
	Grade II (++)	4 (12.1)	
	Grade III (+++)	0 (0)	
Pivot Shift Test			21 (63.6%)
	Negative	12 (36.4)	
	Grade I (Glide)	12 (36.4)	
	Grade II (Clunk)	8 (24.2)	
	Grade III (Gross)	1 (3.0)	
Anterior Drawer Test			32 (97.0%)
	Negative	1 (3.0)	
	Grade I (0-5 mm)	16 (48.5)	
	Grade II (5-10 mm)	11 (33.3)	
	Grade III (>10 mm)	5 (15.2)	

Grading based on International Knee Documentation Committee (IKDC) criteria. Lachman test grading: Grade I, 3-5 mm; Grade II, 5-10 mm; Grade III, >10 mm anterior translation.

3.3 Postoperative Functional Outcomes

Substantial improvement in all functional outcome measures was observed following ACL reconstruction. The comparative analysis of preoperative and postoperative functional scores is presented in **Table 3**. At 12-month follow-up, the mean Tegner-Lysholm score improved to 83.7 ± 10.5 (range: 60-100; median: 85), representing an absolute improvement of 36.9 points (78.8% improvement from baseline; $p < 0.001$). The mean IKDC score increased to 68.4 ± 15.1 (range: 42.9-100; median: 67), corresponding to an 88.4% improvement ($p < 0.001$). The mean Cincinnati score improved to 80.2 ± 10.9 (range: 54-100; median: 84), representing a 94.2% improvement from preoperative values ($p < 0.001$).

Analysis of temporal progression demonstrated consistent improvement across all assessment intervals. The Tegner-Lysholm score increased from 46.8 ± 17.3 preoperatively to 65.3 ± 18.6 at 6 weeks, 75.3 ± 14.4 at 3 months, and 83.7 ± 10.5 at 12 months. Strong positive correlations were observed between scores at successive time points (6-week to 3-month: $r = 0.667$, $p < 0.01$; 3-month to 12-month: $r = 0.645$, $p < 0.01$; 6-week to 12-month: $r = 0.528$, $p < 0.01$).

Significant correlations were maintained between postoperative functional scores: Tegner-Lysholm and Cincinnati ($r = 0.672$, $p < 0.01$), IKDC and Cincinnati ($r = 0.714$, $p < 0.01$), and Tegner-Lysholm and IKDC ($r = 0.434$, $p < 0.05$).

Table 3. Functional Score Comparison: Preoperative vs 12-Month Postoperative (n=33)

Score	Preoperative	Postoperative (12 months)	Change	% Improvement	p-value
Tegner-Lysholm					
Mean $\pm$ SD	46.8 $\pm$ 17.3	83.7 $\pm$ 10.5	+36.9	78.8%	<0.001*
Median (range)	50 (21-86)	85 (60-100)			
IKDC					
Mean $\pm$ SD	36.3 $\pm$ 14.4	68.4 $\pm$ 15.1	+32.1	88.4%	<0.001*
Median (range)	34.5 (16.1-81.6)	67 (42.9-100)			
Cincinnati					
Mean $\pm$ SD	41.3 $\pm$ 15.9	80.2 $\pm$ 10.9	+38.9	94.2%	<0.001*
Median (range)	42 (12-85)	84 (54-100)			

Abbreviations: IKDC, International Knee Documentation Committee; SD, standard deviation.

*Statistically significant ($p < 0.05$). Statistical analysis performed using Wilcoxon signed-rank test.

3.4 Subgroup Analyses

Subgroup analyses were performed to evaluate the influence of patient and injury characteristics on functional outcomes.

Timing of Surgery: No statistically significant differences in preoperative or postoperative functional scores were observed between patients with acute versus chronic ACL deficiency ($p > 0.05$ for all comparisons). However, a trend toward higher postoperative Tegner-Lysholm scores was observed in the chronic group (mean rank: 19.7) compared to the acute group (mean rank: 13.7; $p = 0.07$).

Mechanism of Injury: Comparison between sports-related and non-sports-related injuries revealed no significant differences in any functional outcome measure ($p > 0.05$ for all comparisons).

Concomitant Pathology: The presence of associated meniscal or osteochondral pathology did not significantly affect preoperative or postoperative functional scores ($p > 0.05$ for all comparisons), although patients with isolated ACL rupture demonstrated numerically higher postoperative scores.

Interval from Injury to Surgery: A significant positive correlation was identified between the time from ACL rupture to surgical reconstruction and postoperative Tegner-Lysholm score ($r = 0.486$, $p < 0.01$) and Cincinnati score ($r = 0.429$, $p < 0.05$), suggesting that delayed reconstruction did not adversely affect early functional outcomes.

3.5 Postoperative Clinical Examination and Stability

At final follow-up, clinical examination demonstrated restoration of knee stability in the majority of patients, as detailed in **Table 4**. The anterior drawer test was negative in 22 patients (66.7%) and grade I positive in 11 patients (33.3%). No patients demonstrated grade II or III anterior drawer laxity postoperatively, representing a significant improvement from preoperative findings ($p < 0.001$).

Femoral-sided graft loosening was clinically suspected in 4 patients (12.1%), while tibial-sided loosening was observed in 6 patients (18.2%). However, these findings did not significantly correlate with postoperative functional scores ($p > 0.05$ for all comparisons), although a trend toward lower IKDC scores was observed in patients with suspected femoral loosening (mean rank: 9.0 vs. 18.1; $p = 0.07$).

No major complications were observed during the study period. There were no cases of graft failure, deep infection, arthrofibrosis, or other complications requiring reoperation.

Table 4. Postoperative Stability Assessment and Complications (n=33)

Parameter	Preoperative n (%)	Postoperative n (%)	p-value
Anterior Drawer Test			<0.001*
Negative	1 (3.0)	22 (66.7)	
Grade I (0-5 mm)	16 (48.5)	11 (33.3)	
Grade II (5-10 mm)	11 (33.3)	0 (0)	
Grade III (>10 mm)	5 (15.2)	0 (0)	
Lachman Test (Postoperative)			-
Negative	-	27 (81.8)	
Grade I	-	6 (18.2)	
Grade II-III	-	0 (0)	
Graft Loosening (Clinical)			
Femoral side	-	4 (12.1)	-
Tibial side	-	6 (18.2)	-
Complications			
Graft failure/Re-rupture	-	0 (0)	-
Deep infection	-	0 (0)	-
Arthrofibrosis	-	0 (0)	-
Reoperation required	-	0 (0)	-

*Statistically significant ($p<0.05$). Statistical analysis performed using McNemar's test for categorical variables.

4. Discussion

The principal finding of this study is that anatomic ACL reconstruction utilizing retrograde tibial drilling and the far anteromedial portal technique with hamstring tendon autograft yields satisfactory early functional outcomes. Significant improvements were demonstrated across all validated patient-reported outcome measures, with the majority of patients achieving good to excellent functional status at 12-month follow-up.

The surgical technique employed in this study combines several advantageous features of contemporary ACL reconstruction approaches. The far anteromedial portal provides optimal visualization of the femoral footprint and facilitates accurate anatomic tunnel placement, which has been established as a critical determinant of successful outcomes (19,20). The retrograde tibial drilling technique offers a less invasive approach to femoral tunnel creation while maintaining the ability to achieve anatomic positioning (21,22).

Our results are consistent with previously published outcomes of anatomic ACL reconstruction techniques. The mean postoperative Tegner-Lysholm score of 83.7 compares favorably with scores reported in the literature, which typically range from 85 to 95 for successful reconstructions (23-25).

Similarly, the IKDC scores and Cincinnati scores achieved in our cohort fall within the expected range for satisfactory outcomes following ACL reconstruction (26,27).

The all-male composition of our study cohort reflects the epidemiology of ACL injuries in our regional population and the predominance of contact sports participation among males. While this limits the generalizability of our findings to female populations, it provides a homogeneous sample for evaluating surgical outcomes. The high proportion of sports-related injuries, which accounted for the vast majority of cases, is consistent with the typical mechanism of ACL rupture and supports the relevance of our findings to the athletic population.

An interesting observation from our subgroup analyses was the positive correlation between the interval from injury to surgery and postoperative functional scores. This finding contrasts with the conventional assumption that early reconstruction uniformly yields superior outcomes and suggests that patient selection and appropriate timing may be more nuanced than previously appreciated. Delayed reconstruction may allow resolution of acute inflammation and restoration of range of motion, potentially optimizing the surgical environment and rehabilitation course (28,29).

The utilization of semitendinosus-only autograft in our technique represents a potential advantage in terms of donor site morbidity. Preservation of the gracilis tendon may maintain hamstring strength and reduce the risk of flexion weakness, which has been reported as a concern with combined semitendinosus-gracilis harvest (30,31). The mean graft diameter of 8.4 mm achieved in our series is within the acceptable range for adequate mechanical strength, as graft diameters below 7-8 mm have been associated with increased failure rates (32,33).

The retrograde drilling technique employed in this study requires hyperflexion of the knee for femoral tunnel creation, which represents a technical consideration and potential limitation. This position may be challenging in patients with limited preoperative range of motion or those under regional anesthesia. However, the technique offers the advantage of independent tunnel drilling without the need for a trans-tibial approach, which has been associated with non-anatomic tunnel placement (34,35).

The postoperative stability results demonstrate excellent restoration of knee stability, with more than two-thirds of the patients achieving a negative anterior drawer test at the final follow-up. The absence of major complications, including graft failure and deep infection, further supports the safety profile of this technique.

Several limitations of this study warrant acknowledgment. The **retrospective design** introduces inherent biases related to data collection and patient selection. The single-center design and relatively small sample size limit the generalizability and statistical power of our findings. The absence of a control group precludes direct comparison with alternative surgical techniques. The follow-up duration, while adequate for early outcome assessment, does not capture long-term results including potential graft failure, return-to-sport rates, or development of post-traumatic osteoarthritis. Additionally, the all-male cohort limits applicability to female patients, who represent a significant proportion of ACL-injured individuals.

The strengths of this study include the standardized surgical technique performed by a single experienced surgeon, comprehensive outcome assessment using multiple validated instruments, and complete follow-up at all time points. The use of three complementary functional scores provides a robust assessment of patient-reported outcomes and enhances the reliability of our conclusions.

Future investigations should include **prospective cohort studies and** randomized controlled trials comparing this technique with established approaches such as standard transportal and all-inside techniques. Long-term follow-up studies are essential to evaluate graft survival, return-to-sport outcomes, and the incidence of post-traumatic osteoarthritis. Biomechanical studies comparing tunnel orientation and graft positioning between techniques would provide valuable mechanistic insights.

5. Conclusions

Anatomic ACL reconstruction using retrograde tibial drilling and the far anteromedial portal technique with semitendinosus autograft demonstrates satisfactory early functional outcomes, as evidenced by significant improvements in all validated outcome measures. This technique offers several potential advantages, including reduced donor site morbidity through single-tendon harvest, facilitation of anatomic tunnel placement, and adequate restoration of knee stability. The requirement for knee hyperflexion during femoral tunnel drilling represents a technical consideration. Randomized controlled trials with extended follow-up and objective outcome measures are warranted to establish the comparative effectiveness of this technique and define its optimal indications in the spectrum of ACL reconstruction approaches.

References

1. Sanders TL, Maradit Kremers H, Bryan AJ, et al. Incidence of anterior cruciate ligament tears and reconstruction: a 21-year population-based study. *Am J Sports Med.* 2016;44(6):1502-1507.
2. Shea KG, Pfeiffer R, Wang JH, et al. Anterior cruciate ligament injury in pediatric and adolescent soccer players: an analysis of insurance data. *J Pediatr Orthop.* 2004;24(6):623-628.
3. Arendt E, Dick R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer: NCAA data and review of literature. *Am J Sports Med.* 1995;23(6):694-701.
4. Hewett TE, Myer GD, Ford KR. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. *Am J Sports Med.* 2006;34(2):299-311.
5. Lohmander LS, Englund PM, Dahl LL, et al. The long-term consequence of anterior cruciate ligament and meniscus injuries: osteoarthritis. *Am J Sports Med.* 2007;35(10):1756-1769.
6. Øiestad BE, Engebretsen L, Storheim K, et al. Knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament injury: a systematic review. *Am J Sports Med.* 2009;37(7):1434-1443.
7. Mall NA, Chalmers PN, Moric M, et al. Incidence and trends of anterior cruciate ligament reconstruction in the United States. *Am J Sports Med.* 2014;42(10):2363-2370.
8. Prodromos CC, Fu FH, Howell SM, et al. Controversies in soft-tissue anterior cruciate ligament reconstruction: grafts, bundles, tunnels, fixation, and harvest. *J Am Acad Orthop Surg.* 2008;16(7):376-384.
9. Loh JC, Fukuda Y, Tsuda E, et al. Knee stability and graft function following anterior cruciate ligament reconstruction: comparison between 11 o'clock and 10 o'clock femoral tunnel placement. *Arthroscopy.* 2003;19(3):297-304.
10. Scopp JM, Jasper LE, Belkoff SM, et al. The effect of oblique femoral tunnel placement on rotational constraint of the knee reconstructed using patellar tendon autografts. *Arthroscopy.* 2004;20(3):294-299.
11. Harner CD, Honkamp NJ, Ranawat AS. Anteromedial portal technique for creating the anterior cruciate ligament femoral tunnel. *Arthroscopy.* 2008;24(1):113-115.
12. Alentorn-Geli E, Lajara F, Samitier G, et al. The transtibial versus the anteromedial portal technique in the arthroscopic bone-patellar tendon-bone anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2010;18(8):1013-1037.
13. Lubowitz JH. Anteromedial portal technique for the anterior cruciate ligament femoral socket: pitfalls and solutions. *Arthroscopy.* 2009;25(1):95-101.
14. Lubowitz JH, Ahmad CS, Anderson K. All-inside anterior cruciate ligament graft-link technique: second-generation, no-incision anterior cruciate ligament reconstruction. *Arthroscopy.* 2011;27(5):717-727.

15. Smith PA, Stannard JP, Pfeiffer FM, et al. Suspensory versus interference screw fixation for arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction in a translational large-animal model. *Arthroscopy*. 2016;32(6):1086-1097.
16. de Sa D, Shanmugaraj A, Weidman M, et al. All-inside anterior cruciate ligament reconstruction—a systematic review of techniques, outcomes, and complications. *J Knee Surg*. 2018;31(9):895-904.
17. Mayr R, Heinrichs CH, Eichinger M, et al. Biomechanical comparison of 2 anterior cruciate ligament graft preparation techniques for tibial fixation: adjustable-length loop cortical button or interference screw. *Am J Sports Med*. 2015;43(6):1380-1385.
18. Connaughton AJ, Geeslin AG, Dines JS. Comparison of low-profile versus round suspensory fixation devices for anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthop J Sports Med*. 2017;5(10):2325967117730095.
19. Ziegler CG, Dejour D, Zaffagnini S, et al. Knee Arthroscopy, Anatomy, and Biomechanics. In: Prodromos CC, ed. *The Anterior Cruciate Ligament: Reconstruction and Basic Science*. 2nd ed. Elsevier; 2018:1-15.
20. Fu FH, van Eck CF, Tashman S, et al. Anatomic anterior cruciate ligament reconstruction: a changing paradigm. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2015;23(3):640-648.
21. Arthrex Inc. FlipCutter® ACL Reconstruction System Surgical Technique. Naples, FL: Arthrex Inc; 2020.
22. Lubowitz JH. No-tunnel anterior cruciate ligament reconstruction: the transtibial all-inside technique. *Arthroscopy*. 2006;22(8):900.e1-900.e11.
23. Tegner Y, Lysholm J. Rating systems in the evaluation of knee ligament injuries. *Clin Orthop Relat Res*. 1985;(198):43-49.
24. Briggs KK, Lysholm J, Tegner Y, et al. The reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm score and Tegner activity scale for anterior cruciate ligament injuries of the knee: 25 years later. *Am J Sports Med*. 2009;37(5):890-897.
25. Kocher MS, Steadman JR, Briggs KK, et al. Reliability, validity, and responsiveness of the Lysholm knee scale for various chondral disorders of the knee. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86(6):1139-1145.
26. Irrgang JJ, Anderson AF, Boland AL, et al. Development and validation of the International Knee Documentation Committee subjective knee form. *Am J Sports Med*. 2001;29(5):600-613.
27. Barber-Westin SD, Noyes FR, McCloskey JW. Rigorous statistical reliability, validity, and responsiveness testing of the Cincinnati knee rating system in 350 subjects with uninjured, injured, or anterior cruciate ligament-reconstructed knees. *Am J Sports Med*. 1999;27(4):402-416.
28. Smith TO, Davies L, Hing CB. Early versus delayed surgery for anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2010;18(3):304-311.
29. Kwok CS, Harrison T, Engström B, et al. Timing of anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2022;30(8):2544-2556.
30. Aglietti P, Giron F, Buzzi R, et al. Anterior cruciate ligament reconstruction: bone-patellar tendon-bone compared with double semitendinosus and gracilis tendon grafts. A prospective, randomized clinical trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2004;86(10):2143-2155.
31. Ardern CL, Webster KE, Taylor NF, et al. Hamstring strength recovery after hamstring tendon harvest for anterior cruciate ligament reconstruction: a comparison between graft types. *Arthroscopy*. 2010;26(4):462-469.
32. Magnussen RA, Lawrence JT, West RL, et al. Graft size and patient age are predictors of early revision after anterior cruciate ligament reconstruction with hamstring autograft. *Arthroscopy*. 2012;28(4):526-531.

33. Snaebjörnsson T, Hamrin Senorski E, Ayeni OR, et al. Graft diameter as a predictor for revision anterior cruciate ligament reconstruction and KOOS and EQ-5D values: a cohort study from the Swedish National Knee Ligament Register based on 2240 patients. *Am J Sports Med.* 2017;45(9):2092-2097.
34. Bedi A, Musahl V, Steuber V, et al. Transtibial versus anteromedial portal reaming in anterior cruciate ligament reconstruction: an anatomic and biomechanical evaluation of surgical technique. *Arthroscopy.* 2011;27(3):380-390.
35. Steiner ME, Battaglia TC, Heming JF, et al. Independent drilling outperforms conventional transtibial drilling in anterior cruciate ligament reconstruction. *Am J Sports Med.* 2009;37(10):1912-1919.

Presentation ID / Sunum No= 156

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0009-0000-2374-1723

Tension Pneumothorax During Endobronchial Coil Lung Volume Reduction in Severe Chronic Obstructive Pulmonary Disease: A Case Report

369

Meliha ORHON ERGUN¹, Cem OZDEMIR¹, Seniyye Ulgen ZENGİN¹.

¹Department of Anesthesiology and Reanimation, Pendik Research and Training Hospital, Marmara University Medical Faculty, Istanbul, Turkey

Abstract

Endobronchial lung volume reduction with coils is increasingly performed in patients with severe COPD and advanced hyperinflation, but tension pneumothorax remains a rare and diagnostically challenging intraoperative complication. Under general anesthesia, classical clinical signs may be masked and supine radiographs often appear normal, delaying diagnosis. We present a high-risk patient with giant bullae and prior pneumothorax who developed abrupt hemodynamic collapse during coiling, unresponsive to vasopressors. A sudden decline in end-tidal CO₂ prompted suspicion of tension physiology despite a negative intraoperative radiograph. Immediate needle thoracostomy resulted in rapid hemodynamic recovery, confirming the diagnosis. This case underscores the importance of maintaining a high index of suspicion, applying structured hemodynamic assessment, and proceeding with emergent decompression when tension pneumothorax is suspected, even in the absence of radiologic confirmation.

Keywords: Tension pneumothorax; Endobronchial coil; Lung volume reduction; COPD; Intraoperative complications

Abbreviations

COPD: Chronic obstructive pulmonary disease; CO₂: Carbon dioxide; TIVA: Total intravenous anesthesia; DLCO: Diffusing capacity for carbon monoxide; mMRC: Modified Medical Research Council dyspnea scale; ARB: Angiotensin II receptor blockers; FEV₁: Forced expiratory volume in 1 second; FVC: Forced vital capacity; PaCO₂: Partial pressure of arterial carbon dioxide; PaO₂: Partial pressure of arterial oxygen; SatO₂: Arterial oxygen saturation; ETCO₂: End-tidal carbon dioxide; ICU: Intensive care unit; POD: Postoperative day; HFNC: High-flow nasal cannula.

Background

Endobronchial lung volume reduction with coils has emerged as a minimally invasive option for selected patients with severe COPD and advanced hyperinflation (1,2). Although less invasive than surgical lung volume reduction, the procedure still carries important anesthetic challenges, including pneumothorax, hypoxemia, dynamic hyperinflation, and hemodynamic instability (1,3). Early recognition of these potentially life-threatening complications is essential for patient safety.

Pneumothorax is a well-recognized complication of coil therapy and may occur through several mechanisms, including parenchymal tearing, traction forces during deployment, subpleural coil

placement, rupture of preexisting bullae, or pressure redistribution under positive-pressure ventilation (4). Even modest airway pressures can exacerbate air leaks and rapidly worsen an evolving pneumothorax. Reported rates vary, with early pneumothorax occurring in approximately 6–10% of cases in coil-specific cohorts (5).

Dynamic hyperinflation may mimic tension pneumothorax intraoperatively, as both conditions produce hypotension and impaired ventilation; however, their bedside profiles differ with respect to airway pressures, breath sounds, and intrinsic PEEP. Distinguishing between these two entities is critical because tension pneumothorax requires immediate decompression (6,7).

Total intravenous anesthesia (TIVA) offers advantages in this patient population because increased dead space and air trapping in severe COPD reduce the reliability of volatile anesthetic concentrations and may delay emergence. For these reasons, TIVA is commonly favored during bronchoscopic coil procedures (8).

Despite the increasing use of coil therapy, intraoperative tension pneumothorax remains underreported and diagnostically challenging, particularly because classical signs may be obscured under general anesthesia. Given these challenges this case highlights the importance of maintaining a high index of suspicion and implementing prompt, structured hemodynamic evaluation during coil implantation.

Case Presentation

A 68-year-old male (ASA III) with severe COPD, hypertension, and hypothyroidism was scheduled for left-sided endobronchial coil lung volume reduction. Notably, he had developed a post-procedural pneumothorax requiring tube thoracostomy after a right-sided coiling three months earlier. He was an 80-pack-year former smoker, chronically oxygen-dependent, and remained symptomatic despite optimized inhaled bronchodilator and corticosteroid therapy. His functional status was poor, with mMRC grade 3–4 dyspnea and markedly limited exertional capacity. This combination of advanced hyperinflation, giant bullae, and prior coil-related pneumothorax placed him among the highest-risk phenotypes for perioperative barotrauma. Preoperative imaging had already demonstrated large right-sided bullae, further underscoring his vulnerability to barotrauma. He was taking levothyroxine, diltiazem, and an ARB-diuretic combination. No history of coronary artery disease or cerebrovascular events was present.

Preoperative Evaluation

Pulmonary function tests demonstrated severe obstructive disease (FEV1 0.46 L [16% predicted], FVC 1.29 L [35%], FEV1/FVC 35%). Prior testing had shown a markedly reduced diffusing capacity (DLCO) consistent with extensive parenchymal destruction.

Preoperative CT revealed advanced bullous emphysema with a giant 6.8-cm right-sided bulla. Such large bullae significantly increase regional lung stress and susceptibility to barotrauma. Even modest airway pressures may precipitate rupture in this setting. Although the planned intervention was left-sided, the presence of a contralateral giant bulla further heightened the risk of hemodynamic collapse during positive-pressure ventilation or endobronchial manipulation.

Arterial blood gas analysis on supplemental oxygen showed pH 7.408, PaCO₂ 45 mmHg, and PaO₂ 63 mmHg (SatO₂ 92%), consistent with compensated gas-exchange impairment in advanced COPD. Airway evaluation was Mallampati II with adequate neck mobility and no predictors of difficult intubation. Cardiac and neurological examinations were unremarkable.

Intraoperative Management

After preoxygenation, anesthesia induction was achieved with lidocaine–propofol–remifentanyl, and rocuronium facilitated intubation (Cormack–Lehane II). The patient was ventilated with a tidal volume of 6 mL/kg to minimize dynamic hyperinflation and align with a permissive-hypercapnia strategy commonly used in severe COPD. TIVA with propofol and remifentanyl was maintained, guided by BIS monitoring. Hemodynamics and oxygenation were initially stable.

The procedure initially progressed uneventfully until a sudden deterioration occurred. Approximately 20 minutes after bronchoscopy and initiation of the coiling procedure, progressive hypotension developed despite adequate anesthetic depth. This timing coincided with increased airway instrumentation, a known trigger for acute cardiorespiratory deterioration in patients with advanced hyperinflation. Remifentanyl dose reduction, ephedrine bolus, and norepinephrine infusion provided minimal improvement. Invasive arterial monitoring confirmed persistent hypotension. Soon afterward, oxygen saturation and end-tidal CO₂ began to decline, accompanied by bradycardia responsive to atropine. The simultaneous fall in ETCO₂ raised concern for impaired venous return and evolving tension physiology.

Repeated intraoperative supine chest radiographs showed no acute abnormalities, consistent with the well-described low sensitivity of supine films for detecting pneumothorax in mechanically ventilated patients. However, due to strong clinical suspicion, emergent needle thoracostomy was performed at the left second intercostal space—the recommended site for immediate decompression—resulting in prompt evacuation of air. A left-sided chest tube was subsequently placed and connected to underwater-seal drainage. Importantly, the abrupt hemodynamic normalization following decompression confirmed tension pneumothorax and highlighted the need for rapid intervention.

Intraoperative hypotension during coil therapy must be approached through a structured algorithm. Table 1 summarizes a stepwise evaluation pathway—including ventilatory mechanics, auscultation patterns, hemodynamic responsiveness, and criteria for emergent needle decompression—to distinguish tension pneumothorax from dynamic hyperinflation and other reversible causes.

Postoperative Course

The patient was transferred intubated to the ICU and was successfully extubated on postoperative day (POD) 0, after which he was supported with high-flow nasal cannula (HFNC).

On POD 2, he developed severe dyspnea, worsening hypercapnia, and prominent accessory muscle use. Chest imaging demonstrated a left-sided expansion defect compatible with under-drainage and atelectasis rather than recurrent pneumothorax. The existing chest tube was therefore repositioned and subsequently replaced with a Sinapi pleural drainage system, resulting in improved aeration. Bronchoscopy revealed no endobronchial injury, but copious secretions were noted. Empiric antibiotics were initiated for suspected pneumonia in the setting of new radiographic infiltrates and rising inflammatory markers.

Following these interventions, the patient showed progressive improvement thereafter. He was successfully extubated again on POD 6 and transitioned to HFNC, followed by a face mask on POD 9. No further barotrauma or air-leak complications occurred after chest tube repositioning, and he was transferred to the thoracic surgery ward in stable condition.

Discussion

This case highlights the anesthetic challenges encountered during endobronchial coil lung volume reduction in patients with advanced emphysema. The risk of pneumothorax after coil treatment has been well documented in multicenter studies, with reported rates ranging from 20% to over 30% in severe emphysema populations (1,3). Patients with marked hyperinflation, large bullae, or previous pneumothorax—as in our case—carry particularly elevated risk.

Pneumothorax is one of the most common complications after endobronchial coil therapy, with coil-specific studies reporting early pneumothorax rates of 6–10% and overall post-procedural rates often exceeding 20% in severe emphysema cohorts (2,5). These values are consistent with broader systematic reviews of endoscopic lung volume reduction techniques—including coils, valves, and vapor therapy—which report pneumothorax rates of 23–34%, pneumonia in 8–20%, and respiratory failure requiring ventilatory support in 6–15% (2). Our patient's susceptibility was further amplified by giant bullae and prior pneumothorax, placing him among the highest-risk subgroups for coil-related barotrauma (1).

While coil therapy is less invasive than surgical lung volume reduction, lessons from the National Emphysema Treatment Trial (NETT) highlight that any intervention performed in patients with

advanced hyperinflation carries substantial respiratory and hemodynamic risk, particularly in the presence of giant bullae and severely reduced elastic recoil (9).

Beyond the baseline procedural risks, intraoperative diagnosis of pneumothorax presents an additional challenge. The intraoperative diagnosis of pneumothorax is particularly challenging, as classical signs may be absent under general anesthesia. Supine chest radiographs have inherently low sensitivity because intrapleural air redistributes anteromedially and subpulmonically, masking typical findings such as a visible pleural line or lung edge. Furthermore, intraoperative imaging quality is often compromised by patient positioning, time constraints, and interference from equipment. Therefore, a 'normal' supine AP radiograph should never be used to exclude tension pneumothorax. In a hemodynamically unstable patient—especially one with refractory hypotension and a sudden fall in end-tidal CO₂—tension physiology must be presumed, and immediate needle decompression is indicated even in the absence of radiologic confirmation (6,7).

When tension physiology evolves, hemodynamic collapse may precede overt respiratory compromise because intrathoracic pressure rise impairs venous return and cardiac output. Needle thoracostomy remains the recommended emergent intervention when tension pneumothorax is suspected, even before radiologic confirmation (7). In our patient, immediate needle decompression resulted in abrupt hemodynamic recovery, confirming the diagnosis and underscoring the importance of timely intervention.

Following endobronchial lung volume reduction, postoperative respiratory complications such as secretion retention, delayed pneumothorax, and pneumonia are not uncommon. Systematic reviews report variable but consistently notable rates of postoperative respiratory failure and the need for escalation of ventilatory support (2).

Additionally, these findings are consistent with previous systematic reviews reporting pneumothorax rates of 23–34%, pneumonia in 8–20%, and respiratory failure in 6–15% after ELVR (2,9).

Accordingly, our patient's delayed respiratory deterioration on postoperative day 2 fits within this expected complication profile.

This case emphasizes that early recognition of pneumothorax during coiling requires high clinical vigilance, particularly in high-risk COPD patients. Moreover, integration of anesthetic, surgical, and critical care decision-making is essential to ensure rapid diagnosis and intervention.

Conclusion

Tension pneumothorax is an uncommon but potentially catastrophic complication during endobronchial lung volume reduction with coils, particularly in patients with severe emphysema, marked hyperinflation, or a history of prior pneumothorax. Intraoperative recognition may be difficult because classical diagnostic signs are often blunted under general anesthesia, and supine radiographs may appear deceptively normal. Therefore, any episode of unexplained, vasopressor-refractory hypotension—especially when accompanied by a sudden decline in end-tidal CO₂—should immediately raise suspicion for evolving tension physiology. Prompt needle decompression based on clinical judgment, without waiting for radiologic confirmation, is essential and may be lifesaving.

This case underscores the need for heightened vigilance in patients with giant bullae or previous pneumothorax undergoing coil therapy. A structured evaluation of intraoperative instability and seamless coordination between anesthesia and thoracic surgery teams are crucial to ensure rapid diagnosis and intervention. Close postoperative monitoring also remains vital, as delayed respiratory deterioration is a well-recognized risk in this high-burden physiologic population.

Patient Consent

Written informed consent was obtained from the patient for publication of this case report.

References:

1. Welling JBA, Slebos DJ. Lung volume reduction with endobronchial coils for patients with emphysema. *J Thorac Dis.* 2018;10(Suppl 23): S2797–S2805. DOI: 10.21037/jtd.2017.12.95
2. Shah PL, Herth FJ, van Geffen WH, Deslee G, Slebos DJ. Lung volume reduction for emphysema. *Lancet Respir Med.* 2017;5(2):147-156. DOI: 10.1016/S2213-2600(16)30221-1
3. Deslee G, Klooster K, Hetzel M, et al. Lung volume reduction coil treatment for patients with severe emphysema: a European multicentre trial. *Thorax.* 2014;69(11):980–986. DOI: 10.1136/thoraxjnl-2014-205221
4. Hsu CW, Sun SF. Iatrogenic pneumothorax related to mechanical ventilation. *World J Crit Care Med.* 2014; Feb 4; 3(1):8-14. DOI: 10.5492/wjccm.v3.i1.8.
5. Kontogianni K, Gerovasili V, Schuhmann M, et al. A single center experience with lung volume reduction coil (LVR-coil) treatment of patients with advanced emphysema. Effectiveness and complications after 1 year. *European Respiratory Journal* 2016 48(suppl 60): PA1859; DOI: <https://doi.org/10.1183/13993003.congress-2016.PA1859>
6. Blaivas M, Lyon M, Duggal S. A prospective comparison of supine chest radiography and bedside ultrasound for the diagnosis of traumatic pneumothorax. *Acad Emerg Med.* 2005;12(9):844–849. DOI: 10.1197/j.aem.2005.05.005
7. Ball CG, Wyrzykowski AD, Kirkpatrick AW, et al. Thoracic needle decompression for tension pneumothorax: clinical correlation with catheter length. *Can J Surg.* 2010 Jun;53(3):184-8. PMID: 20507791; PMCID: PMC2878990.
8. RV Purugganan. (2010) Intravenous anaesthesia for thoracic procedures, *Southern African Journal of Anaesthesia and Analgesia*, 16:1, 116-120, DOI: 10.1080/22201173.2010.10872652
9. Criner GJ, Cordova F, Sternberg AL, Martinez FJ. The National Emphysema Treatment Trial (NETT) part II: lessons learned about lung volume reduction surgery. *Am J Respir Crit Care Med* 2011 Vol 184:881–893. DOI: 10.1164/rccm.201103-0455CI

Presentation ID / Sunum No= 158

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0009-0006-8593-0355

***Ranunculus arvensis*'e Bağlı Gelişen Fitodermatit ve İkinci Derece Kimyasal Yanık: Bir Olgu Sunumu**

374

Dr. Mehmet Ali Pak¹

¹Bingöl Solhan Devlet Hastanesi

Özet

Ranunculus arvensis (sarı düğün çiçeği), *Ranunculus* cinsine ait bir bitki olup özellikle Uzak Doğu'da romatizmal hastalıklar ve bazı dermatolojik durumların tedavisinde geleneksel olarak kullanılmaktadır. Türkiye'de ise bu bitki çoğunlukla Doğu ve Güneydoğu Anadolu'nun kırsal ve yüksek rakımlı bölgelerinde yetişmekte ve halk arasında çeşitli ağrıların tedavisinde topikal olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmada diz ağrısını gidermek amacıyla *Ranunculus arvensis* uygulayan bir olgu sunulmaktadır. Altmış dokuz yaşında kadın hasta, diz ağrısını azaltmak amacıyla *Ranunculus arvensis* bitkisini sol dizinin anterior yüzünü yarım daire şeklinde çevreleyecek biçimde cildine uygulamış ve bitkiyi yaklaşık iki gün boyunca bölgede bırakmıştır. Bu uygulamanın ardından hastada uygulama alanında gelişen fitodermatit zemininde ikinci derece kimyasal yanık oluşması üzerine hastanemize başvurmuştur. Klinik muayenede sol dizin anterior yüzünde eritem, bül oluşumu ve epidermal ayrışma ile uyumlu ikinci derece yanık lezyonları saptanmıştır. Hastaya yanık debridmanı, topikal antibiyotik tedavisi ve düzenli yara bakımı uygulanmış, takip sürecinde herhangi bir komplikasyon gelişmemiş ve lezyonlar sekelsiz olarak iyileşmiştir. Hastanın öyküsü ve klinik bulguları birlikte değerlendirildiğinde gelişen fitodermatit ve kimyasal yanığın *Ranunculus arvensis* kullanımına bağlı olduğu düşünülmüştür. Bitkisel preparatların lapa şeklinde deri üzerine uygulanması bazı romatizmal ve dermatolojik hastalıklarda yararlı etkiler sağlayabilse de, bu uygulamaların ciddi kutanöz reaksiyonlara ve kimyasal yanıklara yol açabileceği unutulmamalıdır.

Anahtar Kelimeler: 1. Phytodermatitis 2. Burns, Chemical 3. *Ranunculus*

GİRİŞ

Ranunculus arvensis (sarı düğün çiçeği), *Ranunculaceae* familyasına ait olup Avrupa, Orta Doğu ve Batı Asya'da yaygın olarak bulunan bir bitki türüdür. Özellikle kırsal bölgelerde geleneksel tıpta romatizmal ağrı, artrit ve miyalji gibi kas-iskelet sistemi şikâyetlerinin tedavisinde topikal olarak kullanılmaktadır.¹ Türkiye'de bitkinin doğal yayılımı özellikle Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde yoğun olup halk arasında ağrılı bölgelere lapa şeklinde uygulanması yaygın bir uygulamadır. Bununla birlikte bitkinin taze dokularında bulunan ranunkulin, doku bütünlüğü bozulduğunda iritan özellikteki protoanemonine dönüşerek ciltte fitodermatit ve büllöz lezyonlara yol açabilmektedir.² Bu çalışmada diz ağrısını gidermek amacıyla *Ranunculus arvensis* uygulamasına bağlı gelişen fitodermatit ve ikinci derece kimyasal yanık olgusu sunulmaktadır.

VAKA SUNUMU

Altmış dokuz yaşında kadın hasta, sol diz bölgesinde bullöz karakterde açık yara şikâyeti ile Bingöl Solhan Devlet Hastanesi genel cerrahi polikliniğine başvurdu. Alınan ayrıntılı anamnezde hastanın diz ağrısını azaltmak amacıyla sarı düğün çiçeğini (*Ranunculus arvensis*) ezerek yaklaşık iki gün süreyle sol dizine uyguladığı öğrenildi (Resim 1). Poliklinikte yapılan değerlendirme ve debridman sonrasında lezyonun yüzeysel ve derin ikinci derece yanık ile uyumlu olduğu saptandı. Hasta günlük yara bakımı ve standart yanık tedavisi ile takip edildi. İzlem sürecinde herhangi bir komplikasyon gelişmedi ve üçüncü haftada lezyonların epitelizasyonu tamamlanarak hastanın tedavisi sonlandırıldı (Resim 2).



Figure 4 Hastadan temin edilen *Ranunculus Arvensis* bitkisi



Figure 5 *Ranunculus arvensis* uygulamasına bağlı gelişen kimyasal yanığın klinik seyri.

- (A) Hastanın ilk başvurusunda sol diz anteriorunda bullöz lezyonlar, epidermal ayrışma ve eritemli alanlar izlenmektedir.
- (B) İlk debridman sonrası yüzeysel ve derin ikinci derece yanık alanlarının daha belirgin hale geldiği ve canlı dermal dokunun görüldüğü izlenmektedir.

(C) Günlük standart yanık bakımı sonrası üçüncü hafta kontrolünde lezyonların belirgin epitelizasyon gösterdiği ve iyileşmenin büyük ölçüde tamamlandığı görülmektedir.

TARTIŞMA

Ranunculus arvensis temasına bağlı gelişen fitodermatit ve kimyasal yanıklar literatürde nadir bildirilmekle birlikte özellikle geleneksel bitkisel tedavi uygulamalarının yaygın olduğu bölgelerde klinik olarak karşılaşılabilen bir durumdur. Ranunculaceae familyasına ait bitkilerin taze dokularında bulunan ranunkulin, bitki dokusunun ezilmesi veya parçalanması ile protoanemonine dönüşür.³ Protoanemonin güçlü iritan ve vezikan özelliklere sahip olup epidermal hücre membranlarını ve sülfhidril içeren proteinleri etkileyerek epidermal ayrışma, vezikül ve büllöz oluşumu ile karakterize dermatolojik reaksiyonlara yol açabilir. Bu nedenle bitkinin özellikle ezilerek veya lapa şeklinde doğrudan deri üzerine uygulanması durumunda iritan kontakt dermatit veya kimyasal yanık benzeri lezyonlar gelişebilmektedir.

Literatürde bildirilen olguların çoğunda *Ranunculus arvensis* uygulamasını takiben birkaç saat ile birkaç gün içerisinde eritem, ağrı, vezikül ve büllöz lezyonlarla seyreden fitodermatit tablosu geliştiği bildirilmiştir. Bu lezyonlar sıklıkla diz, el ve ayak gibi ağırlı eklem bölgelerinde görülmekte ve klinik olarak yüzeysel veya derin ikinci derece yanık ile benzer bir görünüm sergileyebilmektedir.⁴ Türkiye’den bildirilen vaka serilerinde de hastaların çoğunun bitkiyi romatizmal ağrı veya artrit tedavisi amacıyla uyguladığı ve birkaç gün içinde büllöz lezyonlar gelişmesi üzerine sağlık kuruluşlarına başvurduğu belirtilmiştir. Klinik görünümün yanık yaralarına benzemesi nedeniyle, özellikle öykü dikkatli sorgulanmadığında tanı gecikebilir veya farklı dermatolojik durumlarla karıştırılabilir.⁵

Tedavi yaklaşımı genellikle konservatif olup nekrotik dokuların debridmanı, düzenli yara bakımı ve gerekli durumlarda topikal antibiyotik uygulamasını içermektedir. Çoğu olguda uygun yara bakımı ile birkaç hafta içinde sekelsiz iyileşme sağlanmaktadır. Bu nedenle özellikle kırsal bölgelerde çalışan klinisyenlerin bitkisel uygulamalara bağlı gelişebilecek fitodermatit ve kimyasal yanık olasılığını göz önünde bulundurması erken tanı ve uygun tedavi açısından önem taşımaktadır.

SONUÇ

Ranunculus arvensis bitkisinin geleneksel tedavi amacıyla topikal olarak uygulanması fitodermatit ve ikinci derece kimyasal yanık gibi ciddi kutanöz reaksiyonlara yol açabilmektedir. Özellikle kırsal bölgelerde yaşayan hastalarda açıklanamayan büllöz lezyonlar ve yanık benzeri yaralar ile başvuru durumunda bitkisel uygulama öyküsü mutlaka sorgulanmalıdır. Erken tanı ve uygun yara bakımı ile çoğu olguda sekelsiz iyileşme sağlanabilmektedir. Bu nedenle klinisyenlerin bitkisel tedavilere bağlı gelişebilecek dermatolojik komplikasyonlar konusunda farkındalık sahibi olması önem taşımaktadır.

Hasta Onamı

Bu çalışmada sunulan olguya ait klinik bilgiler ve görüntülerin bilimsel amaçla kullanılabilmesi için hastadan yazılı bilgilendirilmiş onam alınmıştır.

REFERANSLAR

1. Kocak AO, Saritemur M, Atac K, Guclu S, Ozlu I. A rare chemical burn due to *Ranunculus arvensis* : three case reports. *Annals of Saudi Medicine*. 2016;36(1):89-91. doi:10.5144/0256-4947.2016.89
2. Orak M, Üstündağ M, Güloğlu C, Taş M, Baylan B. A skin burn associated with *Ranunculus arvensis* (wedding bloom). *Indian Journal of Dermatology*. 2009;54(Suppl 1):S19-S20. Accessed March 10, 2026.

https://journals.lww.com/ijd/fulltext/2009/54001/a_skin_burn_associated_with_ranunculus_arvensis.7.aspx

3. Akbulut S, Semur H, Kose O, et al. Phytocontact dermatitis due to *Ranunculus arvensis* mimicking burn injury: report of three cases and literature review. *Int J Emerg Med*. 2011;4(1):7. doi:10.1186/1865-1380-4-7
4. Uçmak D, Ayhan E, Meltem Akkurt Z, Haydar Uçak. Presentation of three cases with phyto contact dermatitis caused by *Ranunculus* and *Anthemis* genera. *Journal of Dermatological Treatment*. 2014;25(6):467-469. doi:10.3109/09546634.2013.849792
5. Çelik E, Okyay E, Ertekin F. Ranunculaceae Dermatitis due to *Ranunculus Arvensis*: Case Series, Literature Review of Reported Cases from Turkey. *International Archives of Medical Research*. 2020;12(1):1-11. Accessed March 10, 2026. <https://dergipark.org.tr/en/pub/iamr/issue/55165/739914>

Presentation ID / Sunum No= 166

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-6549-4166

Pigmented Villonodular Synovitis of The Hip Presenting As Femoral Neck Fracture Treated by Total Hip Arthroplasty

378

Exp. Dr.Harun Köse¹, Assoc. Prof. Dr.Emre Ergen²

¹Ilhan Ozdemir State Hospital Giresun, Turkey

²İnönü Üniversitesi, Orthopedics and Traumatology Department Malatya, Turkey

*Corresponding author: Harun Köse

Abstract

Pigmented villonodular synovitis is a benign proliferatif lesion of synovium. This uncommon and locally aggressive disease characterized by destructive changes in the joint. It is difficult to detect at an early stage without obvious clinical suspicion In this case study we report an unusual case of femoral neck pathological fracture secondary to diffuse PVNS in a with 70 years old male patient. To best our knowledge, there is no previous case of pathological fracture due to PVNS.

Introduction

Pigmented villonodular synovitis (PVNS) is a rare benign locally aggressive proliferatif lesion of joint synovium, bursae or tendons with villous and nodular projections and hemosiderin deposition(1). Lesions can be localized or diffuse pattern. In intra-articular disease, there is no gender predilection, whereas extra-articular disease has a slight female predominance (2).

PVNS destructs joint cartilage and surrounding bone. PVNS symptoms include joint pain, effusion, decreased range of motion of affected joint. Knee is the most affected joint and hip is the second. Although trauma, inflammation, neoplasia, hemorrhagic effusion, and disorders of lipid metabolism have been implicated as causative factors in PVNS, the etiology of the disease remains unclear(3).

In this case study we report an unusual case of femoral neck pathological fracture secondary to diffuse PVNS in a with 70 years old male patient.

Case Report

A seventy years-old male patient was admitted to the orthopedic outpatient clinic because of bilateral hip pain, which has been progressively worsening for four years and is more severe in his right hip. There were no trauma history. The patient could walk using a single crutch. There were no constitutional symptoms such as fever and night sweats. There was no palpable mass lesion around the hip and overlying skin colour was normal. No pathological findings were found in the neurovascular examination. In the physical examination, passive joint movements of the right hip decreased (flexion

110°, abduction 10°, adduction 0°, external rotation 10°, extension 10°) and was painful. All laboratory values were normal.

Bilateral hip radiographs and computerized tomography revealed cortical erosion with multiple cystic lesions of the superior and medial portions of bilateral femoral head with joint space narrowing of left hip and cystic changes on the right acetabular side. The largest of these cysts are 3.5x1 cm at the level of the acetabular fossa in the right hip joint and 3x1.4 cm anterior to the femoral head-neck on the left. There were a femoral neck fracture on right side. We took consider a pathological fracture and requested magnetic resonance imaging(MRI). MRI showed right femoral neck fracture in bilateral diffuse pigmented villonodular synovitis and bursitis of the hip. Coronal short-tau inversion recovery (STIR) (a), T1-weighted (b), sagittal T2-weighted fat-saturated (d) MRI and coronal reformat CT images show that basicervical femoral fracture of the right hip (long-thin arrows). Coronal STIR and T1-weighted (a, b), sagittal T2-weighted fat-saturated (d) and axial T2-wieghted (e) MRI images reveal a large amount of low-signal intensity tissue that replaces the entire hip joint (short arrows) and ilipsoas bursa (asterisks) on both sides. These joint findings are prominent on the right side and surround the right femoral neck. Axial T1-weighted fat-saturated precontrast (g) and postcontrast (h) MRI images show that liner and nodular diffuse synovial enhancement (short arrows). There are extrinsic erosions on both sides well demonstrated by CT (c, f, i) (arrowheads). MRI findings was compatible with PVNS. (Figure I).

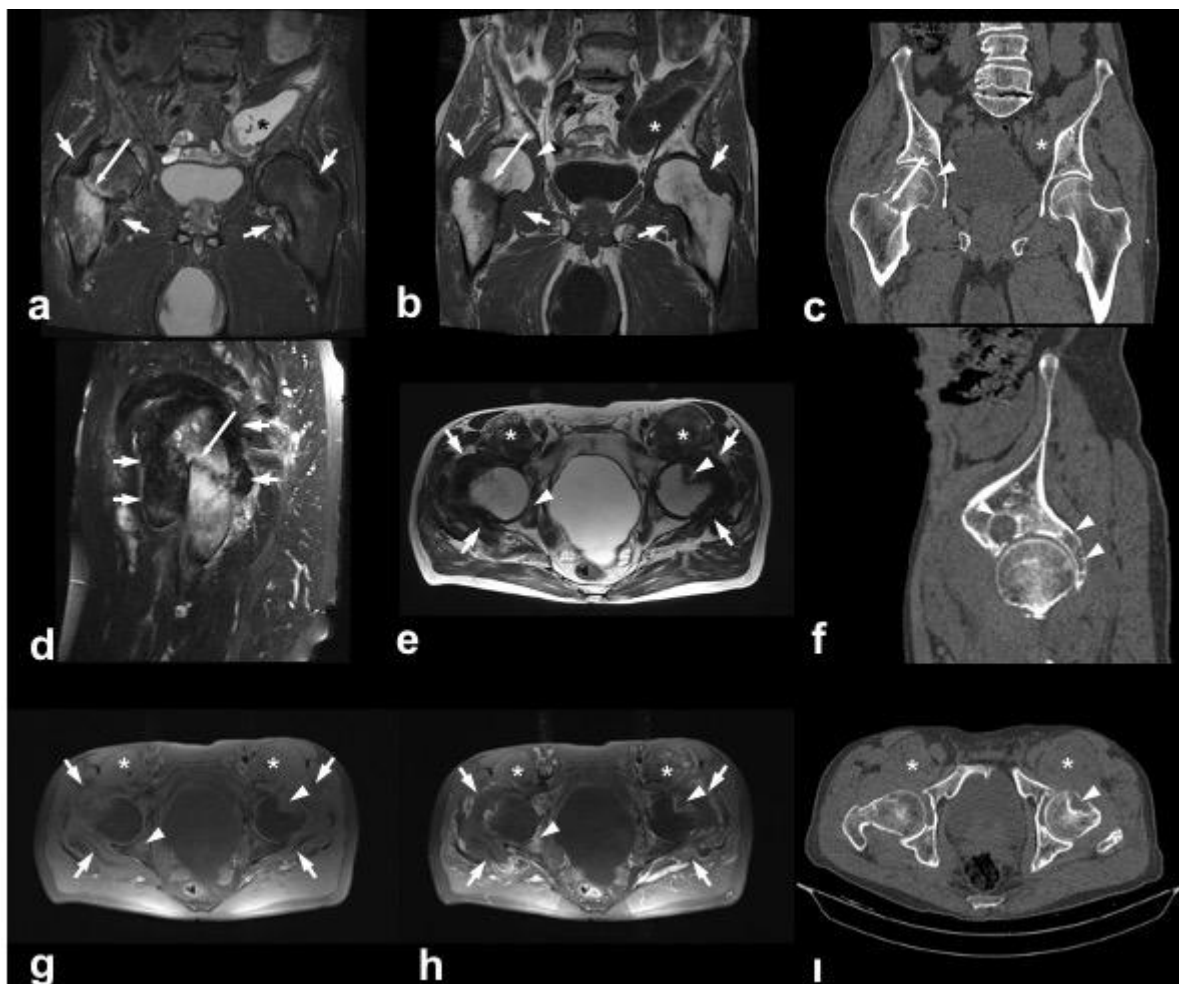


Figure I(a-i). Right femoral neck fracture in bilateral diffuse pigmented villonodular synovitis and bursitis of the hip. Coronal short-tau inversion recovery (STIR) (a), T1-weighted (b), sagittal T2-weighted fat-saturated (d) MRI and coronal reformat CT images show that basicervical femoral fracture of the right hip (long-thin arrows). Coronal STIR and T1-weighted (a, b), sagittal T2-weighted fat-saturated (d) and axial T2-wieghted (e) MRI images reveal a large amount of low-signal intensity tissue

that replaces the entire hip joint (short arrows) and ilipsoas bursa (asterisks) on both sides. These joint findings are prominent on the right side and surround the right femoral neck. Axial T1-weighted fat-saturated precontrast (g) and postcontrast (h) MRI images show that linear and nodular diffuse synovial enhancement (short arrows). There are extrinsic erosions on both sides well demonstrated by CT (c, f, i) (arrowheads).

Total hip replacement with acetabular cage and cemented acetabular liner and cementless acetabular femoral stem. Kocher-Langenbeck approach was used for surgical exposure. After deattachment of external rotators, we noticed hip capsul was thickened and there was joint effusion and pigmented yellow-brownish coloured degeneration of femoral head cartilage. The femoral head was attached fibrously to the femoral neck. Femoral neck was cut by saw and excised. Reconstruction with an acetabular cage was deemed appropriate because of the defects in the medial and superior wall due to cysts opening into the acetabulum. The cemented acetabular cup was then implanted. Femur medulla was rasped and cementless femoral stem placed by checking the leg length (Figure II).



Figure II: Postoperative X-Ray of right hip.

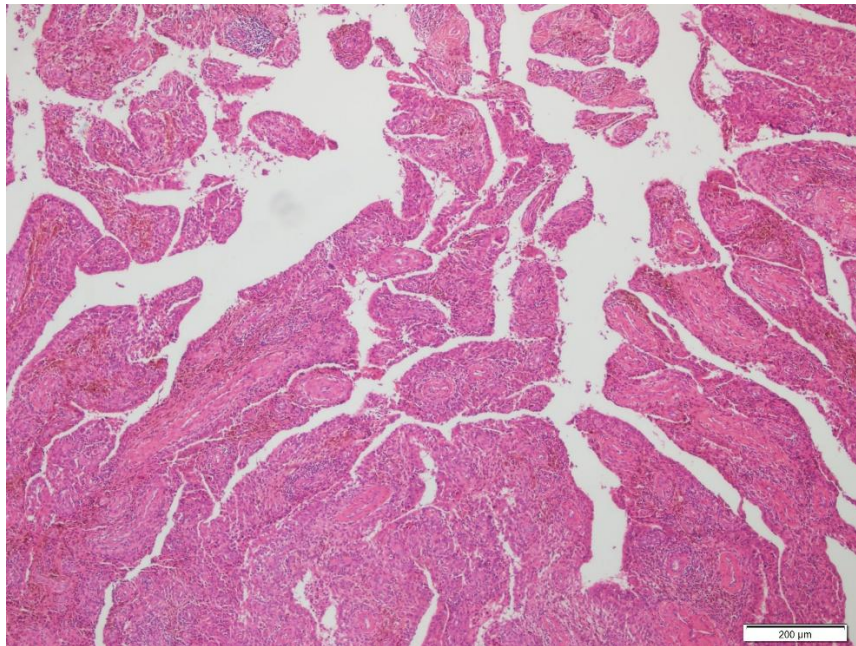


Figure III: Papillary and cleft-like areas on the synovial surface. 40xH&E.

Histopathologic examination revealed marked proliferation and diffuse pattern growth in the synovial tissue, which forms papillary and villous structures on the surface and contains cleft-like areas (Figure III).

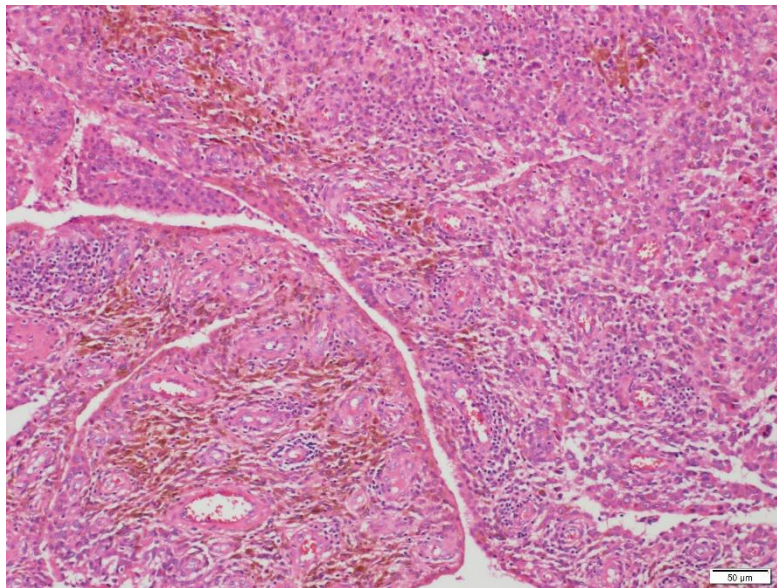


Figure IV: Mononuclear synovial cells, hemosiderin-containing macrophages, rare multinuclear giant cells, 200xH&E.

Proliferated synovial epithelial cells were mononuclear, epithelioid in appearance and polygonal shape. Dark-brown pigmented macrophages containing hemosiderin and multinucleated giant cells were seen in the stroma (Figure IV).

There were no postoperative complication. Patient was discharged with recommendation of outpatient clinic control.

DISCUSSION

Although pain in groin region, joint stiffness and decreased joint mobility are most common clinical symptoms of PVNS, there may be different clinical presentations. Slow progression of disease and pain tolerance of patient may cause a delay of diagnosis. In this case report, we submitted the latest diagnosed form of PVNS with femoral neck fracture. To best our knowledge, there is no previous case of pathological fracture due to PVNS.

PVNS is a benign proliferative disease originating from the tendon sheath or synovium. Although it most commonly occurs in the knee joint, it can also be seen in the hip, ankle, shoulder and elbow joints. It tends to occur in the 4th decade of life. It is characterized by destructive changes in the joint. It is difficult to detect at an early stage without obvious clinical suspicion. The mean diagnosis time of the patients was found to be four years. In the case subject to the study, the emergence of clinical complaints was four years ago too. As the duration of the disease increases, the severity of the clinical symptoms increases. However, the patient's pain tolerance may have caused the diagnosis to be delayed further. In the case presented in the study, despite the femoral neck fracture on the sclerotic floor, the patient was able to mobilized with a single crutch.

In early stage disease, the goal of treatment is completely resect the diseased synovium before complete joint destruction occurs. It may be performed arthroscopically in local disease. However, arthroscopic approach is not recommended in hip involvement, because hip involvement form occasionally in PVNS is diffuse. It can be used for diagnostic purposes (4). In late stage disease with cartilage and bony erosions, total joint replacement with total synovectomy may be more beneficial for prevent from recurrence. In our case, there were a pathologic fracture and we didn't need to perform any joint preservative techniques. We had to use a cage and cemented component for acetabular reconstruction because of acetabular cyts.

There were no postoperative complication. The risk of dislocation, loosening, and periprosthetic joint infection is higher after total hip replacement surgery performed for PVNS (5). Although we did not have an adequate follow-up period, we wanted to report a pathological fracture that developed as a result of PVNS.

Declaration of patient consent

The authors certify that they have obtained all appropriate patient consent forms. In the form, the patient has given her consent for her images and other clinical information to be reported in the journal. The patient understands that her name and initials will not be published and due efforts will be made to conceal their identity, but anonymity cannot be guaranteed.

Conflict of interest statement

There is no conflict of interest

Financial support and sponsorship

Nil.

References

1. Mankin H, Trahan C, Hornicek F. Pigmented villonodular synovitis of joints. *J Surg Oncol.* 2011 Apr;103(5):386-9.
2. Akkaya T, Ersözölü S, Özgür AF, Tandoğan NR. A case of pigmented villonodular synovitis of the elbow joint with bone invasion. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2006;40(2):169-72.
3. Steinmetz S, Rougemont AL, Peter R. Pigmented villonodular synovitis of the hip *EFORT Open Rev.* 2017 Mar 13;1(6):260-266.
4. Park KS, Diwanji SR, Yang HK, Yoon TR, Seon SK. Pigmented villonodular synovitis of the hip presenting as a buttock mass treated by total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2010 Feb;25(2):333.e9-12.

5. Ardeljan AD, Polisetty TS, Palmer JR, Toma JJ ,Grewal G, Martin W Roche 4 Pigmented Villonodular Synovitis of the Hip in Patients Undergoing Total Hip Arthroplasty: A Retrospective Case-Controlled Analysis. J Arthroplasty . 2021 Mar;36(3):1018-1022.

Presentation ID / Sunum No= 221

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: /0000-0001-6033-7500

Tekrar PSA Ölçümünün Multiparametrik Prostat MR Görüntüleme Gereksinimini Azaltmadaki Rolü: Tek Merkezli Retrospektif Bir Analiz

384

Dr. İbrahim Sibal¹, Dr. İsmail Eyüp Dilek¹

¹Kahta Devlet Hastanesi, Üroloji Kliniği, Adıyaman,

Özet

Amaç Prostat spesifik antijen (PSA) düzeyinin tekrar ölçülmesi, geçici PSA yükselmelerini ayırt ederek gereksiz ileri tetkikleri azaltabilir. Bu çalışmada, PSA yüksekliği saptanan hastalarda ikinci PSA ölçümünün multiparametrik prostat manyetik rezonans görüntüleme (mpMR) gereksinimini ne ölçüde azaltabileceğini değerlendirmeyi amaçladık. Gereç Ve Yöntem Bu retrospektif çalışmaya Kahta Devlet Hastanesi Üroloji Kliniği'ne son iki yıl içerisinde başvuran ve iki ardışık PSA ölçümü bulunan 113 erkek hasta dahil edildi. Tüm hastalara rutin olarak dijital rektal muayene yapıldı. İlk PSA değeri yaşa göre referans aralığının üzerinde olan veya herhangi bir yaşta PSA ≥ 3 ng/mL olan hastalar değerlendirmeye alındı. Dijital rektal muayenede patolojik bulgu saptanan hastalarda doğrudan multiparametrik prostat manyetik rezonans görüntüleme önerildi. Dijital rektal muayenesi normal olan hastalarda ise yaklaşık 2–3 hafta sonra ikinci PSA ölçümü yapıldı. İkinci PSA değeri yüksek olan hastalarda mpMR planlanırken, PSA değeri eşik değeri altına düşen hastalar rutin takibe alındı. mpMR gereksinimi farklı PSA eşik değerleri (2.5, 3 ve 4 ng/mL) ve yaşa özgü PSA eşikleri kullanılarak analiz edildi. Bulgular Hastaların ortalama yaşı 63.1 yıl idi. Ortalama ilk PSA değeri 6.82 ng/mL, ikinci PSA değeri ise 4.64 ng/mL olarak bulundu. İkinci PSA ölçümünde ortalama PSA değerinde %31.9 azalma saptandı. Hastaların %65.5'inde PSA değeri ikinci ölçümde düşerken, %34.5'inde artış gözlemlendi. Tekrar PSA ölçümü yapılması mpMR inceleme sayısını PSA eşik değerine bağlı olarak %16.8 ile %45.8 arasında azaltmıştır. Sonuç PSA yüksekliği saptanan hastalarda tekrar PSA ölçümü yapılması gereksiz mpMR incelemelerini önemli ölçüde azaltabilir. Klinik uygulamada PSA tekrarının değerlendirilmesi görüntüleme stratejilerini optimize edebilir.

Anahtar Kelimeler: Tekrar PSA Ölçümü, MP-MR, Prostat Kanseri

Giriş

Prostat kanseri erkeklerde en sık görülen malignitelerden biri olup dünya genelinde önemli bir sağlık sorunu oluşturmaktadır.¹ Günümüzde prostat kanseri taramasında en yaygın kullanılan biyobelirteç PSA'dır.² PSA ölçümü prostat kanserinin erken tanısında önemli bir rol oynasa da benign prostat hiperplazisi, prostatit, üriner enfeksiyonlar ve bazı ürolojik işlemler gibi birçok faktör PSA düzeylerinde geçici yükselmelere neden olabilir.^{3,4}

PSA'nın sınırlı özgüllüğü, gereksiz ileri tetkiklerin yapılmasına ve sağlık sistemi üzerinde önemli bir mali yük oluşmasına yol açabilir.⁵ Son yıllarda mpMR, prostat kanseri tanı algoritmasında önemli bir yer edinmiş olup biyopsi öncesi değerlendirmede sıklıkla kullanılmaktadır.⁶ Bununla birlikte mpMR

görüntüleme maliyetli bir yöntem olup her PSA yüksekliği olan hastada yapılması sağlık sisteminde gereksiz kaynak kullanımına neden olabilir.⁷

Avrupa Üroloji Birliği (EAU) ve Amerikan Üroloji Derneği (AUA) kılavuzları, yeni saptanan PSA yüksekliğinde ileri tetkiklere geçmeden önce PSA'nın tekrar ölçülmesini önermektedir.^{8,9} PSA tekrarının özellikle geçici PSA yükselmelerini ayırt ederek gereksiz biyopsi ve görüntülemeleri azaltabileceği bildirilmiştir.¹⁰

Bu çalışmada PSA yüksekliği saptanan hastalarda ikinci PSA ölçümünün mpMR gereksinimini ne ölçüde azaltabileceğini değerlendirmeyi amaçladık.

Gereç ve Yöntem

Çalışma tasarımı ve hasta seçimi

Kahta Devlet Hastanesi Üroloji Kliniği'ne son iki yıl içerisinde başvuran erkek hastaların klinik verileri retrospektif olarak incelenmiştir.

Çalışmaya aşağıdaki kriterleri karşılayan hastalar dahil edilmiştir:

- Alt üriner sistem semptomları ile başvuran erkek hastalar
- 50 yaş ve üzeri olup prostat kanseri taraması amacıyla PSA testi yapılan hastalar
- İlk PSA ölçümünde yaşa göre referans değerinin üzerinde PSA saptanan hastalar

Dışlanma kriterleri:

- Daha önce prostat kanseri tanısı almış hastalar
- Akut prostatit semptomları olan hastalar
- Tam idrar tetkikinde lökositüri saptanan hastalar
- İdrar kültüründe üreme olan hastalar

Ayrıca son 6 ay içinde dutasterid kullanan hastalarda PSA değerleri iki ile çarpılarak değerlendirilmiştir.

Çalışmaya dahil edilen tüm hastalara rutin olarak DRM uygulanmıştır. DRM'de patolojik bulgu saptanan hastalarda doğrudan mpMR önerilmiştir. DRM bulguları normal olan hastalarda ise yaklaşık 2–3 hafta sonra ikinci PSA ölçümü yapılmıştır. İkinci PSA değerinin yüksek seyretmesi durumunda mpMR planlanmış, PSA değerinin belirlenen eşik değerlerin altına düşmesi halinde hastalar rutin klinik takip programına alınmıştır.

mpMR gereksiniminin değerlendirilmesi

Tekrar PSA ölçümünün mpMR gereksinimine etkisini değerlendirmek amacıyla aşağıdaki PSA eşik değerleri analiz edilmiştir:

- 2.5 ng/mL
- 3 ng/mL
- 4 ng/mL

Ek olarak yaşa özgü PSA eşikleri kullanılmıştır ¹¹:

- 40–49 yaş: 2.5 ng/mL
- 50–59 yaş: 3.5 ng/mL
- 60–69 yaş: 4.5 ng/mL
- ≥70 yaş: 6.5 ng/mL

İstatistiksel analiz

Sürekli değişkenler ortalama $\pm$ standart sapma veya uygun durumlarda medyan (minimum–maksimum) değerleri ile ifade edilmiştir. Kategorik değişkenler ise sayı (n) ve yüzde (%) olarak sunulmuştur.

PSA değerlerinin dağılımı Shapiro–Wilk testi ile değerlendirilmiş ve normal dağılım göstermeyen değişkenler için Wilcoxon eşleştirilmiş sıra testi uygulanmıştır. İlk ve ikinci PSA ölçümleri arasındaki değişim ayrıca yüzde değişim olarak hesaplanmıştır. PSA değerlerinin artış veya azalış yönü sayısal olarak belirlenmiş ve hasta sayıları raporlanmıştır.

Farklı PSA eşik değerleri (2.5, 3 ve 4 ng/mL) ile yaşa özgü PSA eşikleri kullanılarak mpMR gereksinimi açısından karşılaştırmalı analiz yapılmıştır.

Tüm istatistiksel analizlerde $p < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

Bulgular

Çalışmaya 113 hasta dahil edilmiştir. Hastaların ortalama yaşı 63.1 yıl olarak hesaplanmıştır. Ortalama ilk PSA değeri 6.82 ng/mL, ikinci PSA değeri ise 4.64 ng/mL olarak bulunmuştur. İkinci PSA ölçümünde ortalama PSA değerinde %31.9 azalma gözlenmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Hastaların demografik özellikleri ve PSA değerleri

Değişken	Değer
Toplam hasta sayısı	113
Ortalama yaş (yıl)	63.1
Ortalama ilk PSA (ng/mL)	6.82
Ortalama ikinci PSA (ng/mL)	4.64
Ortalama PSA değişimi	%31.9 azalma

PSA değişim analizi sonucunda:

- 74 hastada (%65.5) PSA değeri azalmış
- 39 hastada (%34.5) PSA değeri artmıştır.

Tekrar PSA ölçümünün mpMR gereksinimine etkisi farklı eşik değerleri kullanılarak analiz edilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Farklı Psa Eşik Değerlerine Göre MpMr Gereksinimi

PSA stratejisi	İlk PSA'ya göre MR	İkinci PSA sonrası MR	MR'dan kurtulan	Azalma
PSA >2.5	113	94	19	%16.8
PSA >3	109	84	25	%22.9
PSA >4	96	52	44	%45.8
Yaşa göre PSA	79	50	29	%36.7

Tartışma

PSA prostat kanserinin erken tanısında en yaygın kullanılan biyobelirteç olmasına rağmen benign prostat hiperplazisi, prostatit, üriner enfeksiyonlar ve biyolojik varyasyonlar gibi birçok faktörden etkilenebilmektedir. Bu nedenle tek bir PSA ölçümüne dayanarak ileri tanısal testlere geçilmesi gereksiz görüntüleme ve biyopsi işlemlerine yol açabilmektedir.³ Güncel tanı algoritmalarında mpMR giderek daha fazla kullanılmakta olup biyopsi öncesi değerlendirmede önemli bir rol oynamaktadır.^{6,7} Bununla

birlikte mpMR maliyetli bir yöntemdir ve her PSA yüksekliği olan hastada uygulanması sağlık sistemi açısından önemli bir yük oluşturabilir.

Bu çalışmada PSA yüksekliği saptanan hastalarda kısa süre içerisinde (2-4 hafta sonra) yapılan tekrar PSA ölçümünün mpMR gereksinimi üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. Çalışmamızda ikinci PSA ölçümünde ortalama PSA değerinde %31.9 oranında azalma saptanmış ve hastaların %65.5'inde PSA değerinin sayısal olarak düştüğü görülmüştür. Ayrıca farklı PSA eşik değerleri kullanıldığında tekrar PSA ölçümünün mpMR gereksinimini %16.8 ile %45.8 arasında azaltabileceği gösterilmiştir.

Literatürde PSA tekrar ölçümünün klinik karar sürecine katkı sağlayabileceğini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır. Nordström ve arkadaşlarının STHLM3 çalışmasında başlangıç PSA değeri 3–10 ng/mL arasında olan hastaların %16.8'inde tekrar PSA ölçümünde PSA değerinin 3 ng/mL'nin altına düştüğü bildirilmiştir.¹⁰ Bu bulgu, PSA tekrar ölçümünün önemli bir hasta grubunda gereksiz ileri tetkikleri önleyebileceğini göstermektedir. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde PSA tekrarının ileri görüntüleme gereksinimini azaltabileceği görülmüştür. Özellikle PSA eşik değeri 3 ng/mL olarak kabul edildiğinde mpMR gereksiniminin %22.9 oranında azaldığı saptanmıştır.

Tekrar PSA ölçümünde %20'den fazla PSA düşüşü olan hastalarda prostat kanseri riskinin anlamlı derecede daha düşük olduğunu bildiren birçok çalışma mevcuttur.^{12,13} Davik ve arkadaşlarının yakın zamanda yayınlanan çalışmasında tekrar PSA ölçümünde PSA değeri düşen hastalarda klinik anlamlı prostat kanseri riskinin anlamlı derecede daha düşük olduğu gösterilmiş, buna karşılık PSA artışı olan hastalarda klinik anlamlı prostat kanseri riskinin yaklaşık üç kat arttığı bildirilmiştir.¹⁴

Güncel kılavuzlar da PSA tekrarının klinik önemini vurgulamaktadır. Avrupa Üroloji Birliği kılavuzları özellikle PSA değeri 3–10 ng/mL aralığında olan hastalarda ileri tetkiklere geçmeden önce PSA'nın tekrar ölçülmesini önermektedir.⁸ Benzer şekilde Amerikan Üroloji Derneği kılavuzları da yeni saptanan PSA yüksekliğinde PSA tekrarının değerlendirilmesini öneren bir yaklaşım benimsemektedir.² Bu öneriler PSA biyolojik varyasyonunun klinik karar algoritmalarında dikkate alınması gerektiğini desteklemektedir.

Çalışmamızda özellikle PSA eşik değeri 4 ng/mL olarak kabul edildiğinde mpMR gereksiniminin %45.8 oranında azalabileceği görülmüştür. Bu bulgu PSA tekrarının yalnızca biyopsi kararını değil aynı zamanda görüntüleme stratejilerini de optimize edebileceğini göstermektedir. mpMR maliyetli bir görüntüleme yöntemi olduğundan PSA tekrarının gereksiz görüntülemeleri azaltması sağlık sistemi açısından da önemli bir avantaj sağlayabilir.

Çalışmamızın bazı kısıtlılıkları bulunmaktadır. Öncelikle çalışma retrospektif tasarıma sahip olup tek merkezli bir veri setine dayanmaktadır. Ayrıca çalışmada mpMR bulguları ve biyopsi sonuçları analiz kapsamına dahil edilmemiştir. Bu nedenle PSA tekrarının klinik anlamlı prostat kanseri saptama oranına etkisi doğrudan değerlendirilememiştir. Gelecekte yapılacak prospektif ve çok merkezli çalışmalar bu bulguları doğrulayabilir.

Bununla birlikte çalışmamızın önemli bir güçlü yönü gerçek klinik pratik verilerine dayanmasıdır. Günlük klinik uygulamada PSA tekrarının mpMR gereksinimi üzerindeki etkisini değerlendiren çalışmalar sınırlıdır. Bu nedenle çalışmamız PSA tekrarının tanısal algorithmadaki rolüne ilişkin literatüre katkı sağlayabilecek niteliktedir.

Sonuç

PSA yüksekliği saptanan hastalarda tekrar PSA ölçümü yapılması, multiparametrik prostat MR inceleme gereksinimini anlamlı ölçüde azaltabilir. Klinik uygulamada PSA tekrarının değerlendirilmesi gereksiz görüntüleme ve maliyetleri azaltarak tanısal algorithmlerin daha etkin kullanılmasına katkı sağlayabilir.

Kaynakça

1. Sung H, Ferlay J, Siegel RL, et al. Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2021;71(3):209-249. doi:10.3322/caac.21660
2. Carter HB, Albertsen PC, Barry MJ, et al. Early detection of prostate cancer: AUA guideline. *J Urol.* 2013;190(2):419-426. doi:10.1016/j.juro.2013.04.119

3. Loeb S, Vellekoop A, Ahmed HU, et al. Systematic review of complications of prostate biopsy. *Eur Urol*. 2013;64(6):876-892. doi:10.1016/j.eururo.2013.05.049
4. Thompson IM, Pauler DK, Goodman PJ, et al. Prevalence of prostate cancer among men with a prostate-specific antigen level ≤ 4.0 ng per milliliter. *N Engl J Med*. 2004;350(22):2239-2246. doi:10.1056/NEJMoa031918
5. Roobol MJ, Steyerberg EW, Kranse R, et al. A risk-based strategy improves prostate-specific antigen-driven detection of prostate cancer. *Eur Urol*. 2010;57(1):79-85. doi:10.1016/j.eururo.2009.10.024
6. Ahmed HU, El-Shater Bosaily A, Brown LC, et al. Diagnostic accuracy of multiparametric MRI and TRUS biopsy in prostate cancer (PROMIS): A paired validating confirmatory study. *Lancet*. 2017;389(10071):815-822. doi:10.1016/S0140-6736(16)32401-1
7. Kasivisvanathan V, Rannikko AS, Borghi M, et al. MRI-targeted or standard biopsy for prostate-cancer diagnosis. *N Engl J Med*. 2018;378(19):1767-1777. doi:10.1056/NEJMoa1801993
8. European Association of Urology. EAU guidelines on prostate cancer. Updated 2024.
9. Wei JT, Barocas DA, Carlsson SV, et al. Early detection of prostate cancer: AUA/SUO guideline. *J Urol*. 2023.
10. Nordström T, Adolfsson J, Grönberg H, Eklund M. Repeat prostate-specific antigen tests before prostate biopsy decisions. *J Natl Cancer Inst*. 2016;108(12):djw165. doi:10.1093/jnci/djw165
11. Oesterling JE, Jacobsen SJ, Chute CG, Guess HA, Girman CJ, Panser LA, Lieber MM. Serum prostate-specific antigen in a community-based population of healthy men: Establishment of age-specific reference ranges. *JAMA*. 1993;270(7):860-864. doi:10.1001/jama.1993.03510070082041
12. Rosario DJ, Lane JA, Metcalfe C, et al. Contribution of a single repeat PSA test to prostate cancer risk assessment: Experience from the ProtecT study. *Eur Urol*. 2008;53:777-784.
13. De Nunzio C, Lombardo R, Nacchia A, et al. Repeat PSA test before prostate biopsy: A 20% decrease in PSA values is associated with a reduced risk of cancer. *BJU Int*. 2018;122:83-88.
14. Davik P, Elschot M, Bathen TF, Bertilsson H. Repeat prostate-specific antigen testing improves risk-based selection of men for prostate biopsy after magnetic resonance imaging. *Eur Urol Open Sci*. 2024;65:21-28.

Presentation ID / Sunum No= 222

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0009-0000-2247-247X

TAPP Sonrası Şiddetli Karın Ağrısı İle Başvuran Hastada Nadir Bir Erken Dönem Komplikasyonu

389

Dr. Seda Karaçam¹, Dr. Rifat Bezirci¹, Dr. Turan Eray Seven¹, Assoc. Prof. Dr. Gökhan Karaca¹

¹Sincan Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Özet

Transabdominal preperitoneal hernioplasti (TAPP), Lichtenstein tekniğine kıyasla daha düşük kronik ağrı ve hızlı iyileşme avantajlarıyla sıkça tercih edilen bir yöntemdir. Ancak cerrahi süreyi kısaltan dikenli (barbed) sütürlerin kullanımı, nadir fakat ciddi komplikasyonları beraberinde getirebilmektedir. Bu bildiride, sağ taraf TAPP operasyonu sonrası iki haftadır dirençli epigastrik ağrı şikayeti olan 50 yaşındaki bir hastada, kontrastlı BT'de saptanan "whirl" (dönme) bulgusu üzerine acil laparoskopi kararı aldığımız vakamızı paylaştık. Eksploreyonda, peritonu kapatmak için kullanılan dikenli sütürün serbest ucunun ince bağırsak mezenterine ve omentuma yapışarak kısmi obstrüksiyona yol açtığını saptadık. Literatürde benzer şekilde bu sütürlerin bağırsak anslarına takılarak volvulus veya ileusa neden olduğu vakalar bildirilmiştir. Tanıda belirgin bağırsak dilatasyonu olmasa dahi, BT'deki "whirl" bulgusu cerrahi keşif için en önemli kriterdir. Yapılmış geniş çalışmalar bu riskin genel cerrahi pratiğinde çok düşük olduğunu gösterse de, TAPP gibi mobil bağırsak anslarına yakın işlemlerde risk devam etmektedir. Korunma için sütür uçlarının tamamen gömülmesi önerilmektedir, ancak peritoneal fibrozis ve "cheese-wiring" etkisiyle gömülü uçların tekrar açığa çıkabileceği unutulmamalıdır. Sonuç olarak, TAPP sonrası açıklanamayan ağrılarda dikenli sütürler bir etiyolojik faktör olarak akılda tutulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Transabdominal Preperitoneal Hernioplasti (TAPP), Dikenli Sütür, İntestinal Obstrüksiyon

A Rare Early Postoperative Complication in a Patient Presenting With Severe Abdominal Pain After TAPP

Abstract

Transabdominal preperitoneal hernioplasty (TAPP) is frequently preferred over the Lichtenstein technique due to its advantages of reduced chronic pain and faster postoperative recovery. However, the use of barbed sutures, which shorten operative time, may be associated with rare but serious complications. In this report, we present the case of a 50-year-old patient who developed persistent epigastric pain for two weeks following a right-sided TAPP procedure. Based on the presence of a "whirl sign" on contrast-enhanced computed tomography (CT), an emergency laparoscopic exploration was performed. Intraoperatively, the free end of the barbed suture used for peritoneal closure was found to

have adhered to the small bowel mesentery and omentum, resulting in partial intestinal obstruction. Similar cases have been reported in the literature, where barbed sutures have become entangled with bowel loops, leading to volvulus or ileus. Even in the absence of significant bowel dilatation, the presence of a “whirl sign” on CT should be considered a critical indicator for surgical exploration. Although large studies have demonstrated that the overall risk of such complications in general surgical practice is very low, the risk persists in procedures such as TAPP that are performed in close proximity to mobile bowel loops. As a preventive measure, complete burial of the suture ends is recommended, however, it should be noted that peritoneal fibrosis and the “cheese-wiring” effect may lead to re-exposure of previously buried suture ends. In conclusion, barbed sutures should be considered a potential etiological factor in cases of unexplained abdominal pain following TAPP repair.

Keywords: Transabdominal Preperitoneal Hernioplasty (TAPP), Barbed Suture, Intestinal Obstruction

Giriş

Transabdominal preperitoneal hernioplasti (TAPP), açık Lichtenstein tekniğine kıyasla daha hızlı iyileşme süresi, yara yeri komplikasyonlarının daha az olması, kronik ağrı riskinin daha düşük olması gibi sebeplerle gittikçe daha yaygın olarak uygulanan bir inguinal fitik cerrahisi tekniğidir (1).

TAPP prosedüründe laparoskopik olarak intraperitoneal plandan peritonun açılması ve yama yerleştirildikten sonra olası adezyonları ve buna bağlı komplikasyonları engellemek adına peritonun tamamen kapatılması gerekmektedir. Bununla beraber, nadiren de olsa, periton tamamen kapatılmış olsa dahi, periton bütünlüğünün bozulmuş olmasından kaynaklı ciddi komplikasyonlar görülebilmektedir. Çalışmalar arası değişiklik göstermek ile beraber TAPP sonrası intestinal obstrüksiyon, strangülasyon, refrakter ağrı gibi komplikasyonlar %0.06 ile %0.5 arasında bildirilmiştir (2, 3). Erken dönem komplikasyonlar en sık postoperatif ilk iki hafta içinde gerçekleşmiş, en sık görülen bulgular bulantı-kusma ve karın ağrısı olarak tanımlanmıştır.

Vaka sunumu

Kliniğimizde sağ taraflı kasık fitiği sebebiyle opere edilmiş olup, operasyondan iki gün sonra başlayıp yaklaşık iki haftadır olan, ara ara artıp azalan epigastrik ağrı şikayeti ile başvuran 50 yaşındaki erkek hasta, ağrısının şiddetinin arttığını belirtmesi sebebiyle ileri tetkik ve tedavi amacıyla yatırıldı. Hastanın bulantı kusması olmamıştı. Gaz-gayta deşarjı günlük olarak mevcuttu. Fizik muayenesinde belirgin defans-rebound bulgusu ve distansiyonu olmamakla beraber tüm kadrarlarda hassasiyet mevcuttu ve hastanın öne doğru eğilerek rahatlamaya çalıştığı gözlemlendi. Yapılan kan tahlillerinde beyaz küre, CRP, ve biyokimyasal tüm değerleri normal sınırlardaydı. Ayakta direkt batın grafisinde herhangi patoloji gözlenmeyen hastaya tüm abdomen IV kontrastlı BT çekimi planlandı. BT görüntülerinde pelvik bölgede yaklaşık 3-4 cm’lik serbest sıvı ve sol alt kadranda, mezenter distalinde “whirl” (dönme) bulgusu gözlemlendi (Şekil 1). İleus düşündürecek dilatasyon bulgusu veya serbest hava izlenmedi. Hastanın ağrılarının şiddetinin artması ve narkotik ajanlara ağrı yanıtının düşük olması üzerine postop 14. gününde acil tanışal laparoskopi planlandı.

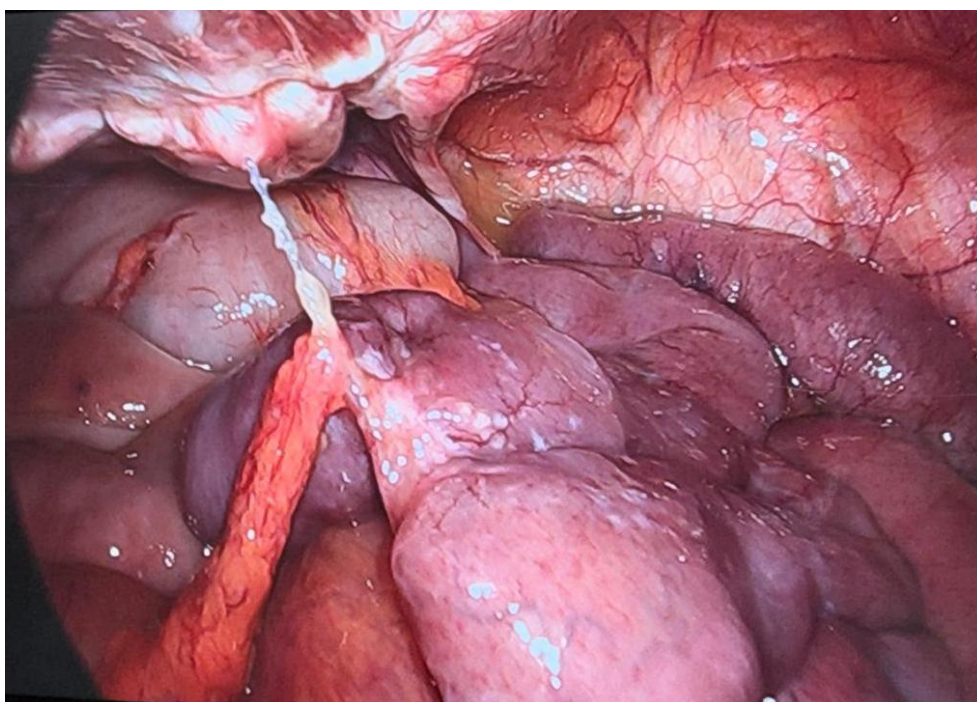
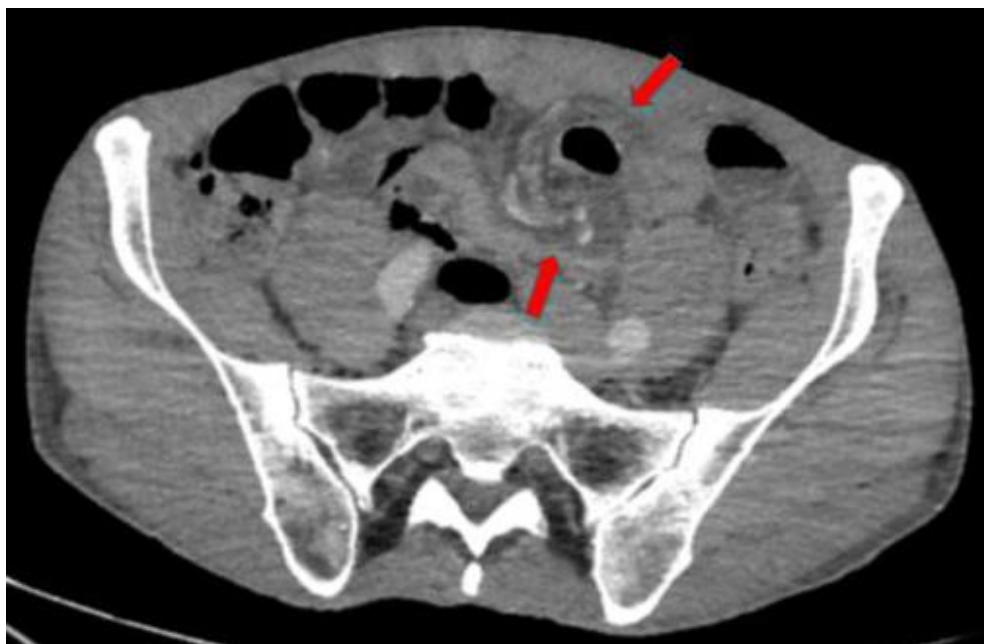
Epigastrik kesi ile yapılan laparoskopide hastanın sağ inguinal herni onarımında periton kapatılması için kullanılmış olan dikenli emilebilir sütürün (Pinion™ PDO) uç kısmının median ligament komşuluğunda serbest olarak batın içinde olduğu, ve buraya ileum proksimalinden ince bağırsak mezenter dokusunun ve omentumun yapışarak kısmi bir obstrüksiyon haline sebep olduğu gözlemlendi (Şekil 2). Batın içi perforasyon bulgusuna rastlanmadı.

Adezyon hali keskin ve künt diseksiyon ile düzeltildi, sütür materyalinin uç kısmı kesildi. Kontrol amaçlı tüm ince bağırsak ansları sayıldı ve labil olduğu gözlemlendi. Tedbir amaçlı pelvis lojuna bir adet silikon diren yerleştirilerek operasyon sonlandırıldı. Postoperatif izlemde hastanın ağrısının tamamen geçtiği gözlemlendi. Oral alımı tolere ettiği gözlemlendikten sonra hasta şifa ile taburcu edildi.

Tartışma

Laparoskopik cerrahi sırasında düğüm atma gereksinimini ortadan kaldıran dikenli sütürlerin kullanımı, operasyon süresini anlamlı ölçüde kısaltmakta ve cerraha teknik kolaylık sağlamaktadır. Genel olarak kabul edilebilir bir güvenlik profiline sahip olduğu bildirilse de, sunduğumuz vakada görüldüğü üzere bu sütürlerin uç kısımlarının açıkta kalması ciddi komplikasyonlara yol açabilmektedir (4). Literatürde, periton kapatılmasında kullanılan dikenli sütürlerin serbest uçlarının bağırsak mezenterine veya omentuma takılarak intestinal obstrüksiyon veya volvulus oluşturduğu benzer vakalar bildirilmiştir. Bizim vakamızda olduğu gibi, bazı durumlarda klasik ileus bulguları (dilatasyon, kusma) görülmeyebilir ve tekrarlayan veya dirençli karın ağrısı tek klinik belirti olabilir (5). Tanıda, vakamızda da saptanan ve kontrastlı BT’de izlenen “whirl” (mezenterik dönme) bulgusu, bağırsak anslarında belirgin dilatasyon olmasa dahi tanıda büyük öneme sahiptir. Sütür uçlarının gömülmesi veya sıfır noktasına kadar kesilmesi önerilse de, deneysel çalışmalar iyileşme sürecindeki peritoneal fibrozis ve kılmanın, gömülü uçları tekrar batın içine itebileceğini (expulsion) göstermektedir. Ayrıca, sadece sütür ucu değil, sütürün herhangi bir noktasındaki dikenlerin de peritonu keserek (cheese-wiring) açığa çıkabileceği unutulmamalıdır (6). Çok geniş serilerde bu sütürlerin obstrüksiyon riskini anlamlı derecede arttırmadığı belirtilse de, TAPP gibi mobil ince bağırsak anslarına yakın bölgelerde yapılan işlemlerde sütürün serbest uçlarının doku içine tamamen gömülmesi ve açıkta barb bırakılmaması hayati önem taşımaktadır (7, 8).

- 1 - Aljaiuossi A, Ba-Shammakh SA, Bani Hani M, et al. Inguinodynia following inguinal hernia repair: a comparative analysis of open Lichtenstein and laparoscopic TAPP techniques in a two-center cohort. *Front Surg.* 2025;12:1590855. Published 2025 May 22. doi:10.3389/fsurg.2025.1590855
- 2 - Jacob DA, Hackl JA, Bittner R, Kraft B, Köckerling F. Perioperative outcome of unilateral versus bilateral inguinal hernia repairs in TAPP technique: analysis of 15,176 cases from the Herniated Registry. *Surg Endosc.* 2015;29(12):3733-3740. doi:10.1007/s00464-015-4146-5
- 3 - Bringman S, Blomqvist P. Intestinal obstruction after inguinal and femoral hernia repair: a study of 33,275 operations during 1992-2000 in Sweden. *Hernia.* 2005;9(2):178-183. doi:10.1007/s10029-004-0305-7
- 4 - Velotti N, Manigrasso M, Di Lauro K, et al. Barbed suture in gastro-intestinal surgery: A review with a meta-analysis. *Surgeon.* 2022;20(2):115-122. doi:10.1016/j.surge.2021.02.011
- 5 - Man Y, Li BS, Zhang X, Huang H, Wang YL. Recurrent abdominal pain due to small bowel volvulus after transabdominal preperitoneal hernioplasty: A case report and review of literature. *World J Clin Cases.* 2021;9(15):3696-3703. doi:10.12998/wjcc.v9.i15.3696
- 6 - Sakata S, Kabir S, Petersen D, Doudle M, Stevenson AR. Are we burying our heads in the sand? Preventing small bowel obstruction from the V-loc® suture in laparoscopic ventral rectopexy. *Colorectal Dis.* 2015;17(9):O180-O183. doi:10.1111/codi.13057
- 7 - Sassun R, Cerkaskaite D, Sileo A, et al. Use of barbed suture in surgery and the risk of intestinal obstruction: analysis of a large institutional cohort. *Surg Endosc.* Published online January 14, 2026. doi:10.1007/s00464-026-12580-4
- 8 - Köhler G, Mayer F, Lechner M, Bittner R. Small bowel obstruction after TAPP repair caused by a self-anchoring barbed suture device for peritoneal closure: case report and review of the literature. *Hernia.* 2015;19(3):389-394. doi:10.1007/s10029-014-1301-1



Presentation ID / Sunum No= 225

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-4538-2757

Oküler Yüzey Hastalığı İndeksi Kullanılarak Kirpik Uzatma Uygulaması ile Göz Kuruluğu Arasındaki İlişkinin Analizi

393

Dr. Süleyman Gökhan Kerci¹, Dr. Berna Şahan¹

¹Medicana International İzmir Hastanesi, Göz Hastalıkları Kliniği

*Corresponding author: Berna Şahan

Özet

Giriş: Bu çalışmanın amacı, kirpik uzatma uygulamasının (EEs) oküler etkiler ve göz kuruluğu ile ilişkisini Oküler Yüzey Hastalığı İndeksi (OSDI) kullanarak analiz etmektir. **Yöntem:** Kirpik uzatma işlemi uygulanan hastalar çalışmaya dahil edildi. Tüm hastalar işlem öncesi dönemde, işlem sonrası birinci haftada ve işlem sonrası birinci ayda OSDI anketini doldurdu. Gözyaşı menisküs yüksekliği (TMH), gözyaşı kırılma zamanı (TBUT), ortalama TBUT ve lipid tabaka kalınlığı işlem öncesinde, işlemden bir hafta sonra ve bir ay sonra değerlendirildi. Ayrıca üst meibomian bez disfonksiyonu (MGD), alt MGD ve Schirmer (Sch) testi analiz edildi. **Bulgular:** TBUT değeri işlem öncesi ortalama 13.1 saniyeden, işlem sonrası birinci haftada 9.2 saniyeye ve birinci ayda 4.7 saniyeye anlamlı şekilde azaldı ($p=0.001$). Ortalama TBUT da benzer bir eğilim gösterdi ($p=0.001$). Lipid tabaka kalınlığı, işlem öncesi ölçüm (119.9) ile karşılaştırıldığında işlem sonrası birinci haftada anlamlı olarak artarken (130.2), birinci ayda anlamlı şekilde azalarak 98.4'e düştü ($p=0.001$). Ortalama OSDI skorları işlem öncesi, işlem sonrası birinci hafta ve birinci ay için sırasıyla 11.8, 25.3 ve 21.7 olarak bulundu. İşlem sonrası birinci hafta ve birinci ay değerlerinde işlem öncesi döneme göre istatistiksel olarak anlamlı artış saptandı ($p=0.001$ ve $p=0.001$). **Sonuç:** Bu çalışma, kirpik uzatma uygulamasının ilk hafta içerisinde göz kuruluğunda artış ile ilişkili olduğunu ve bu artışın bir ay sonrasında da devam ettiğini göstermiştir. Ayrıca işlemden bir ay sonra lipid tabaka kalınlığında anlamlı bir azalma saptanmıştır. Bulgularımız, kirpik uzatma uygulamasının kuru göz hastalığı ve görsel fonksiyon üzerindeki etkisinin OSDI skorlarına göre en belirgin olarak ilk hafta görüldüğünü, bu olumsuz etkinin bir ay içinde azalmakla birlikte işlem öncesi değerlere ulaşmadığını ortaya koymuştur.

Anahtar Kelimeler: Kuru Göz, Kirpik Uzatma, Oküler Yüzey Hastalığı İndeksi

Analyzing Correlation Between Eyelash Extensions Use and Eye Dryness by Using the Ocular Surface Disease Index

Abstract

Introduction: To analyze the correlation between eyelash extensions (EEs) use with ocular effects and eye dryness by using the Ocular Surface Disease Index (OSDI). **Methods:** Patients who underwent EEs procedures were enrolled in the study. All patients filled the Ocular Surface Disease Index (OSDI) questionnaire in the preoperative period, in the postprocedural first week, and in the postprocedural first month. Tear meniscus height (TMH), tear break-up time (TBUT), average TBUT, and lipid layer thickness were assessed preoperatively, one week after procedure, and one month after procedure. Finally, upper meibomian gland dysfunction (MGD), lower MGD, and Schirmer (Sch) test were analyzed.. **Results:** TBUT showed a significant decrease from a preoperative mean of 13.1 s to 9.2 s in the first postoperative week, and further reduced to 4.7 s by the first postoperative month ($p=0.001$). The average TBUT also followed a similar trend ($p=0.001$). The lipid layer thickness increased significantly in the first postoperative week (130.2) compared to the preoperative measurement (119.9), but then decreased significantly by the first postoperative month (98.4) ($p=0.001$). The mean OSDI scores were 11.8, 25.3, and 21.7 for preoperative, first postoperative week, and first postoperative month, respectively. A statistically significant increase was calculated for both postoperative first week and postoperative first month compared to the preoperative period ($p=0.001$ and $p=0.001$) **Conclusion:** Present study demonstrated that use of EEs was associated with increased eye dryness in the first week, and eye dryness continuously increased one month after the EEs. In addition, lipid layer thickness significantly decreased one month after the EEs procedure. Lastly, our findings revealed that the effect of EEs on dry eye disease and visual function according to OSDI is greatest in the first week, this negative effect decreases over one month, but does not reach the values of the period before EEs use.

Keywords: Dry Eye, Eyelash Extensions, Ocular Surface Disease Index

Giriş

Kirpik uzatma (EEs) uygulamaları, özellikle genç kadınlar arasında giderek artan popülerliğe sahip yarı kalıcı kozmetik işlemlerdir. Ancak kullanılan yapıştırıcılar ve uygulamanın mekanik etkileri nedeniyle alerjik reaksiyonlar, konjonktivit, blefarit ve kuru göz hastalığı gibi çeşitli oküler yüzey komplikasyonları bildirilmektedir. Kuru göz hastalığı; kızarıklık, yanma, kaşıntı ve görsel rahatsızlık gibi semptomlara yol açarak yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilir (1,2). Bu çalışmada, kirpik uzatma kullanımının oküler yüzey etkileri ve kuru göz ile ilişkisi Ocular Surface Disease Index (OSDI) kullanılarak değerlendirilmiştir.

Yöntem

Çalışmaya toplam 60 katılımcının dahil edilmesi planlandı. İşlem öncesinde tüm hastalara ayrıntılı oftalmolojik muayene yapıldı ve işlem türü, süresi, başarı oranı, iyileşme dönemi, olası komplikasyonlar ve takip süreci hakkında bilgilendirme yapıldı. Katılımcıların demografik özellikleri (yaş, günlük ekran kullanım süresi ve eğitim durumu) kaydedildi.

Tüm hastalar işlem öncesinde (preoperatif), işlem sonrası 1. hafta ve 1. ayda OSDI anketini doldurdu. OSDI, kuru göz hastalığının şiddetini ve görme ile ilişkili fonksiyonlar üzerindeki etkisini değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş ve geçerliliği gösterilmiş 13 sorudan oluşan bir ankettir. OSDI toplam skoru şu formül ile hesaplandı: $OSDI = [(yanıtlanan\ soruların\ toplam\ puanı \times 100) / (yanıtlanan\ soru\ sayısı \times 4)]$. OSDI skorunun 0–100 arasında değiştiği ve yüksek skorların daha şiddetli kuru göz semptomlarını gösterdiği kabul edildi.

Ayrıca preoperatif dönemde, işlem sonrası 1. hafta ve 1. ayda gözyaşı menisküs yüksekliği (TMH), gözyaşı kırılma zamanı (TBUT), ortalama TBUT ve lipid tabaka kalınlığı değerlendirildi. Bu ölçümler ile üst ve alt meibomian bez disfonksiyonu (MGD) değerlendirmesi ve Schirmer testi Kanghua Dry Eye Analyzer SLM-6E (Kanghua, Chongqing, China) cihazı kullanılarak gerçekleştirildi.

Daha önce kuru göz tanısı bulunan hastalar, oküler veya göz kapağı cerrahisi öyküsü olanlar, aktif oküler enfeksiyonu bulunanlar, Sjögren sendromu olanlar ve kuru göze neden olabilecek sistemik hastalığı bulunanlar çalışma dışı bırakıldı. Ayrıca 18 yaş altı bireyler, kuru göz tedavisi için suni gözyaşı veya başka medikal tedavi kullananlar, kontakt lens kullanıcıları, kirpik uzatma uygulaması tekrar edilenler, anket formlarını eksik dolduranlar ve işlem sonrası kontrollerine gelmeyen hastalar da çalışmaya dahil edilmedi.

İstatistiksel analizler Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) sürüm 27 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) programı kullanılarak yapıldı. Verilerin normal dağılıma uygunluğu Shapiro–Wilk testi ile değerlendirildi. İşlem öncesi ve sonrası ölçümlerin karşılaştırılmasında tekrarlı ölçümler için genel doğrusal model kullanıldı ve iki yönlü değerlendirmede $p \leq 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Çalışmaya toplam 60 hasta dahil edildi ve hastaların ortalama yaşı 28.7 ± 6.8 yıl olarak bulundu. Hastaların %75'i 18–30 yaş, %25'i ise 31–45 yaş grubundaydı. Günlük ekran kullanım süresi açısından hastaların %66.7'si günde 4 saatten az, %33.3'ü ise 4 saat ve üzeri ekran kullandığını bildirdi. Katılımcıların eğitim düzeyi incelendiğinde %21.7'sinin ilkökul, %36.7'sinin lise ve %41.7'sinin üniversite mezunu olduğu görüldü.

Preoperatif ve postoperatif göz yüzeyi ölçümlerinin karşılaştırılmasında TBUT değerinin işlem öncesi ortalama 13.1 sn iken postoperatif 1. haftada 9.2 sn'ye ve 1. ayda 4.7 sn'ye düştüğü saptandı ($p=0.001$). Ortalama TBUT değerleri de benzer şekilde preoperatif 16.2 sn'den postoperatif 1. haftada 13.5 sn'ye ve 1. ayda 6.5 sn'ye gerileyerek anlamlı azalma gösterdi ($p=0.001$). Lipid tabaka kalınlığı postoperatif 1. haftada preoperatif değere göre anlamlı artış gösterirken, 1. ayda belirgin şekilde azaldı ($p=0.001$). Buna karşılık gözyaşı menisküs yüksekliği TMH ile üst ve alt kapakta MGD açısından anlamlı değişiklik saptanmadı. Schirmer testi sonuçlarında ise çalışma süresince istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu.

OSDI skorları preoperatif dönemde 11.8 ± 6.2 iken postoperatif 1. haftada 25.3 ± 8.5 ve 1. ayda 21.7 ± 8.5 olarak hesaplandı. Hem postoperatif 1. hafta hem de 1. ay değerleri preoperatif döneme kıyasla istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulundu ($p=0.001$).

Alt grup analizlerinde OSDI skor artışının 30 yaş üzeri hastalarda, 30 yaş altı hastalara göre hem postoperatif 1. haftada hem de 1. ayda anlamlı derecede daha yüksek olduğu saptandı ($p=0.001$). Günlük ekran kullanım süresi 4 saat ve üzeri olan hastalarda da postoperatif OSDI skor artışının daha belirgin olduğu görüldü ($p=0.001$). Buna karşın eğitim düzeyi ile OSDI skor değişimi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmadı.

Tartışma

Kirpik uzatma uygulamaları son yıllarda giderek yaygınlaşan kozmetik işlemler arasında yer almakta olup çeşitli oküler yan etkilerle ilişkili olabilmektedir. Bu çalışmada, kirpik uzatma kullanımının göz kuruluğu ile ilişkisi OSDI kullanılarak değerlendirilmiş ve işlem sonrası dönemde göz kuruluğu semptomlarında anlamlı artış saptanmıştır. OSDI skorlarının özellikle işlem sonrası ilk haftada en yüksek düzeye ulaştığı, birinci ayda ise azalma göstermekle birlikte işlem öncesi değerlere tam olarak dönmediği görülmüştür.

Literatürdeki bazı çalışmalarda da kirpik uzatma uygulaması sonrası göz kuruluğu semptomlarında artış ve TBUT değerlerinde azalma bildirilmektedir (3,4). Çalışmamızda da TBUT değerlerinin işlem sonrasında anlamlı şekilde azaldığı gözlenmiştir. Ayrıca gözyaşı film stabilitesinde önemli rolü olan lipid tabakasının işlem sonrası ilk haftada artış, birinci ayda ise belirgin azalma gösterdiği saptanmıştır.

Çalışmanın sınırlılıkları arasında hasta sayısının görece az olması ve orta–uzun dönem takip verilerinin bulunmaması sayılabilir. Bununla birlikte, doğrulanmış bir ölçek olan OSDI kullanılarak yapılan bu çalışma kirpik uzatma uygulamasının oküler yüzey üzerine olumsuz etkilerini ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, kirpik uzatma uygulaması sonrasında özellikle erken dönemde göz kuruluğu semptomlarında artış görülmekte ve bu etkinin birinci ayda azalmasına rağmen işlem öncesi seviyelere tam olarak dönmediği anlaşılmaktadır.

Kaynaklar

- 1- Nagendran ST, Ali MJ, Dogru M, Malhotra R. Complications and adverse effects of periorcular aesthetic treatments. *Survey of Ophthalmology*. 2022;67:741-757.
- 2- Moshirfar M, Masud M, Shah TJ, Avila MR, Hoopes Sr PC. Chemical conjunctivitis and diffuse lamellar keratitis after removal of eyelash extensions. *American Journal of Ophthalmology Case Reports*. 2018;12:21-23.
- 3- Idu FK, Efosa AD, Mutali Jr M. Ocular Side Effects of Eyelash Extension Use Among Female Students of the University of Benin, Benin City, Edo State, Nigeria. *Cureus*. 2024;16:1.
- 4- Köksoy Vayisoğlu S, Öncü E, Dursun Ö, Dinç E. Investigation of Dry Eye Symptoms in Lecturers by Ocular Surface Disease Index. *Turk J Ophthalmol*. 2019 Jun 27;49:142-148.

Presentation ID / Sunum No= 62

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-7781-8885

Tek Akciğer Ventilasyonunda Refrakter Hipokseminde Alternatif Düşük Maliyetli Bir Kurtarma Yöntemi: Dört Hastalık Klinik Deneyim

397

Assoc. Prof. Dr. Ayhan Kaydu¹

¹ Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı

Özet

Giriş/Amaç: Tek akciğer ventilasyonu sırasında gelişen hipoksemi, toraks cerrahisinde sık karşılaşılan ve intraoperatif yönetimi zor olabilen önemli bir klinik sorundur. Standart ventilasyon optimizasyonu ve oksijenasyon stratejilerine rağmen bazı hastalarda yeterli düzelme sağlanamayabilir. Bu vaka serisinde, intraoperatif hipoksemi gelişen hastalarda uyguladığımız HME filtresi üzerinden aralıklı manuel oksijen insüflasyonu ve pozitif basınç tekniğinin etkinliğini değerlendirmeyi amaçladık. **Yöntem:** ASA III risk grubunda yer alan ve farklı toraks cerrahisi prosedürleri uygulanan dört hasta çalışmaya dahil edildi. Tek akciğer ventilasyonu sırasında standart ventilasyon parametreleri altında hipoksemi gelişen ve standart girişimlere rağmen yanıt alınamayan olgularda, HME filtresinin kapnografi portundan 4-6L/dk oksijen verildi. Nondependan akciğere yaklaşık 2-4 saniye parmakla kapalı ve 6-8 saniye açık olacak şekilde aralıklı manuel pozitif basınç uygulandı. Uygulama öncesi ve sonrası arteriyel kan gazı parametreleri ile saturasyon değerleri kaydedildi. **Bulgular:** Hastaların yaşları 49-67 arasında değişmekte olup çoğunda kardiyopulmoner, renal ve solunumsal komorbiditeler mevcuttu. Hipoksemi sırasında SpO₂ değerleri %82-86 aralığına kadar düşerken, uygulama sonrası ortalama 140-184 saniye içinde SpO₂ değerleri %95-98 seviyesine yükseldi. PaO₂ değerlerinde belirgin artış ve pH ile PaCO₂ parametrelerinde düzelme gözlemlendi. Üç hastada tekrar uygulama gereksinimi oldu ancak hiçbir olguda cerrahi kesinti ya da komplikasyon gelişmedi. **Sonuç:** HME filtresi üzerinden uygulanan aralıklı manuel oksijen insüflasyonu ve pozitif basınç tekniği, tek akciğer ventilasyonunda gelişen hipokseminin yönetiminde basit, hızlı uygulanabilir ve etkili bir kurtarma yöntemi olabilir. Daha geniş hasta serileri ve prospektif çalışmalar ile yöntemin güvenilirliği ve etkinliği daha kapsamlı olarak değerlendirilmelidir.

Anahtar Kelimeler: Tek Akciğer Ventilasyonu, Toraks Anestezisi, Hipoksemi

A Low-Cost Rescue Technique for Refractory Hypoxemia During One-Lung Ventilation: A Four-Patient Clinical Experience

Abstract

A Low-Cost Rescue Method in Refractory Hypoxemia in Single-Lung Ventilation: Clinical Experience in Four Patients
Introduction: Hypoxemia developing during single-lung ventilation is a significant clinical problem frequently encountered in thoracic surgery and can be challenging to manage intraoperatively. Despite standard ventilation optimization and oxygenation strategies, sufficient improvement may not be achieved in some patients. In this case series, we aimed to evaluate the effectiveness of intermittent manual oxygen insufflation and positive pressure technique applied through the HME filter in patients who developed intraoperative hypoxemia. **Method:** Four patients in the ASA III risk group who underwent different thoracic surgery procedures were included in the study. In cases where hypoxemia developed under standard ventilation parameters during single-lung ventilation and no response was obtained despite standard interventions, oxygen was delivered at 4-6 L/min through the capnography port of the HME filter. Intermittent manual positive pressure was applied to the non-dependent lung with a finger, closed for approximately 2-4 seconds and open for 6-8 seconds. Arterial blood gas parameters and saturation values were recorded before and after the procedure. **Findings:** Patients ranged in age from 49 to 67 years, and most had cardiopulmonary, renal, and respiratory comorbidities. During hypoxemia, SpO₂ values dropped to the range of 82–86%, while after the procedure, SpO₂ values increased to 95–98% within an average of 140–184 seconds. A significant increase in PaO₂ values and improvement in pH and PaCO₂ parameters were observed. Three patients required repeat application, but no surgical interruption or complications occurred in any case. **Conclusion:** Intermittent manual oxygen insufflation and positive pressure technique applied through the HME filter may be a simple, rapidly applicable, and effective rescue method in the management of hypoxemia developing in single-lung ventilation. The reliability and effectiveness of the method should be evaluated more comprehensively with larger patient series and prospective studies.

Keywords: One Lung Ventilation, Thoracic Anesthesia, Hypoxemia

Giriş

Tek akciğer ventilasyonu, toraks cerrahisinde optimal cerrahi görüş sağlamak amacıyla rutin olarak uygulanmaktadır. Bununla birlikte hipoksemi, TAV sırasında en sık ve klinik açıdan en önemli komplikasyonlardan biridir.¹ Hipokseminin temel nedeni artmış intrapulmoner şant ve ventilasyon-perfüzyon (V/Q) uyumsuzluğudur.² Bunun yanı sıra anestezi ajanları, hasta pozisyonu, kalp debisi, komorbiditeler, asidoz, hiperkarbi, cerrahi retraksiyon gibi sebepler neden olabilir.

Hipoksik pulmoner vazokonstriksiyon (HPV), şantı azaltmaya yönelik kompanseuar bir mekanizma olsa da, özellikle kardiyopulmoner hastalığı olan bireylerde etkinliği sınırlı kalabilmektedir.³

Hipoksemi yönetiminde FiO₂ artırımı, tidal volüm ve PEEP optimizasyonu, alveoler rekrutman manevraları, nondependan akciğere sürekli pozitif hava yolu basıncı (CPAP) uygulanması ve geçici iki akciğer ventilasyonu gibi yöntemler önerilmektedir.^{4–6} Ancak bu stratejiler bazı durumlarda yetersiz kalabilmekte veya cerrahi alanı olumsuz etkileyebilmektedir.⁷

Kaynakların sınırlı olduğu ortamlarda veya acil intraoperatif durumlarda hızlı ve düşük maliyetli bir kurtarma yöntemi klinik açıdan değerli olabilir. Bu vaka serisinde, TAV sırasında gelişen refrakter hipokseminde HME filtresi portu üzerinden uygulanan aralıklı manuel oksijen insüflasyonu tekniğine ilişkin klinik deneyimimizi sunmaktayız.

Yöntem

Bu retrospektif vaka serisine hastalardan gerekli izinler alındıktan sonra, elektif toraks cerrahisi (lobektomi, dekortikasyon, diyafram plikasyonu) geçiren dört ASA III hasta dahil edildi. Tüm hastalar standart anestezi protokolü ile genel anestezi uygulandı. Hastalara EKG, saturasyon (spO₂), non invaziv

tansiyon manşonu takıldı. Hastalara anlık tansiyon değerlerini ölçmek için radyal arteriyel kanül ile monitorizasyon sağlandı. Midazolam 0.05 mg/kg, fentanil 1-2 mcg/kg, propofol 2 mg/kg ve rokuronyum 0.6 mg/kg ile anestezi indüksiyonu sağlandıktan sonra çift lümenli tüp ile entübe edildi ve TAV standart kurumsal protokole göre başlatıldı. Çift lümenli tüpün pozisyonu fiberoptik bronkoskopi ile doğrulandı. Ventilasyon, akciğer koruyucu parametrelerle sürdürüldü (ideal vücut ağırlığına göre 4–6 mL/kg tidal volüm). Tepe havayolu basıncı <25 cmH₂O olacak şekilde sürdürüldü.

Hipokseminin klinik eşik değerleri net olarak tanımlanmamasına rağmen çalışmamızda, FiO₂ 1.0 ve standart optimizasyon stratejilerine rağmen SpO₂ <%90 olması hipoksemi olarak tanımlandı. Geleneksel girişimlerin (aspirasyon, PEEP uygulanması, başarısız olduğu durumlarda, HME filtresinin kapnografi portundan 4-6 L/dk oksijen verildi. Nondependan akciğere HME filtresinin serbest ucuna parmakla 2–4 saniyelik oklüzyon ve 6–8 saniyelik serbest bırakma şeklinde aralıklı manuel pozitif basınç uygulandı. Oksijen insüflasyonu kapnograf portundan uygulanmaktadır. (Şekil 1-2) Müdahale öncesi ve sonrası SpO₂, PaO₂, PaCO₂ ve pH değerleri kaydedildi. SpO₂ ≥ %95 düzeyine ulaşma süresi ölçüldü.



Şekil 1-2. HME ventile edilmeyen non dependan akciğer havayolu girişine bağlı. Oksijen insüflasyonu kapnograf portundan uygulanmaktadır.

Bulgular

Hastaların yaşları 49–67 arasında değişmekteydi. Eşlik eden komorbiditeler arasında KOAH, hipertansiyon, koroner arter hastalığı ve kronik böbrek hastalığı yer almaktaydı. Tek akciğer ventilasyonu sırasında SpO₂ değerleri %82–86 seviyelerine düştü.

Müdahale sonrasında tüm hastalarda SpO₂ 140–184 saniye içinde %95–98 düzeyine yükseldi. Arteriyel kan gazı analizlerinde PaO₂ değerlerinde belirgin artış ve asit-baz parametrelerinde düzelme gözlemlendi (Tablo 1). Üç hastada tekrar uygulama gereksinimi oldu. Hiçbir olguda barotravma, hemodinamik instabilite veya cerrahi girişime müdahale gerektiren durum gelişmedi.

Tablo 1. Hastaların Demografik ve Klinik Verileri

Hasta	Yaş	Cinsiyet	Cerrahi	SpO ₂ (Hipoksemi)	SpO ₂ (Sonrası)	Süre (sn)
1	67	E	Sağ alt lobektomi	83	98	140
2	49	E	Diyafram plikasyonu	86	96	152
3	55	K	Dekortikasyon	82	95	184
4	66	E	Sol üst lobektomi	85	98	146

400

Tartışma

Tek akciğer ventilasyonu sırasında gelişen hipoksemi, artmış intrapulmoner şant ve V/Q uyumsuzluğunun bir sonucudur.^{1,4} Nondependan akciğerin kollabe edilmesi zorunlu bir sağdan sola şant oluşturur.¹ HPV bu şantı sınırlamaya çalışsa da volatil anestezipler ve hasta faktörleri mekanizmayı baskılayabilir.³

CPAP, şant fraksiyonunu azaltmada etkili bir yöntemdir.⁷ Ancak özellikle minimal invaziv toraks cerrahisinde cerrahi alanı bozabilir.^{4,7} Bu çalışmada uygulanan aralıklı manuel oksijen insüflasyonu, sürekli pozitif basınç yerine geçici alveoler rekrutman sağlayarak oksijenasyonu artırmış olabilir.^{3,5} Sürekli inflasyon olmaması cerrahi alanın korunmasına katkı sağlamıştır. Çalışmamızda müdahale sonrası SpO₂ değerlerinin 2–3 dakika içinde anlamlı şekilde yükselmesi ve PaO₂ artışı, yöntemin fizyolojik etkinliğini desteklemektedir.^{4,5} Ayrıca komplikasyon görülmemesi güvenlik açısından olumlu bir bulgudur.

Bununla birlikte hasta sayısının azlığı ve retrospektif tasarım önemli sınırlılıklardır. Şant fraksiyonu (Qs/Qt) hesaplanmamış ve CPAP ile karşılaştırmalı analiz yapılmamıştır. Gelecekteki randomize çalışmalarda hemodinamik parametreler, şant oranları ve cerrahi alan kalitesi detaylı incelenmelidir.^{4–6}

Sonuç

HME filtresi aracılığıyla uygulanan aralıklı manuel oksijen insüflasyonu, tek akciğer ventilasyonu sırasında gelişen refrakter hipokseminde uygulanabilir ve düşük maliyetli bir kurtarma yöntemi olarak görünmektedir. Daha geniş örneklemli ve prospektif çalışmalar ile güvenilirlik ve etkinliğin doğrulanması gerekmektedir.

Referanslar

1. Campos JH. Current techniques for perioperative lung isolation in adults. *Anesthesiology*. 2002;97(5):1295-1301.
2. Slinger P, Campos JH. Anesthesia for thoracic surgery. In: Miller RD, ed. *Miller's Anesthesia*. 8th ed. Elsevier; 2015.

3. Lumb AB, Slinger P. Hypoxic pulmonary vasoconstriction: physiology and anesthetic implications. *Anesthesiology*. 2015;122(4):932-946.
4. Karzai W, Schwarzkopf K. Hypoxemia during one-lung ventilation. *Anesthesiology*. 2009;110(6):1402-1411.
5. Hedenstierna G. Oxygenation during one-lung ventilation. *Curr Opin Anaesthesiol*. 2010;23(1):1-6.
6. Lohser J. Evidence-based management of one-lung ventilation. *Anesthesiol Clin*. 2008;26(2):241-272.
7. Rozé H, et al. CPAP during one-lung ventilation improves oxygenation. *Br J Anaesth*. 2011;107(3):440-444.

Presentation ID / Sunum No= 180

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0003-1248-7330

Diabetik Retinopati ve Longevity İlişkisi: Mikrovasküler Hasarın Sistemik Yaşlanma ve Yaşam Süresi Üzerindeki Etkileri

402

Asst. Prof. Dr. A. Nilüfer Çelik¹

¹İzmir Bakırçay Üniversitesi Göz Hastalıkları Ana Bilim Dalı

Özet

Diyabetik retinopati (DR), diabetes mellitus'un en yaygın mikrovasküler komplikasyonlarından biri olmasının ötesinde, sistemik vasküler sağlığın ve biyolojik yaşlanmanın kritik bir göstergesidir. Son yıllarda yapılan gerobilim (geroscience) araştırmaları, DR patofizyolojisi ile hücresel yaşlanma (senesens) mekanizmalarının büyük ölçüde örtüştüğünü göstermektedir. Bu makale, diyabetik retinopati hastalarında gözlemlenen mikrovasküler hasarın, artmış tüm nedenlere bağlı mortalite (ölüm oranı) ve azalmış longevity (uzun ömürlülük) ile olan ilişkisini patofizyolojik ve epidemiyolojik boyutlarıyla incelemektedir.

Anahtar Kelimeler: Diyabetik Retinopati, Sağlıklı Uzun Yaşam, Mikrovasküler Yaşlanma, Hücresel

1. Giriş

Diabetes mellitus (DM), dünya çapında mortalite ve morbiditeyi artıran, hücre düzeyinde biyolojik yaşlanmayı dramatik bir şekilde hızlandıran kronik metabolik bir hastalıktır. Gözün retina tabakasındaki kapiller damarlarının ilerleyici hasarıyla karakterize olan Diyabetik Retinopati (DR), diyabetik hastaların yaşam kalitesini düşüren hatta tehdit eden önde gelen görme kaybı nedenidir. Hiperglisemik ortamın yarattığı kronik sistemik toksisite, hücresel düzeyde "erken yaşlanma" (premature aging) fenotipini tetikler. Retinadaki kapiller ağ, vücudun en ince ve metabolik strese en hassas damar yapısı olduğu için, bu biyolojik yaşlanma ve yıkım ilk olarak burada klinik bulgu verir. Bu nedenle güncel tıp literatürü, DR'yi sadece göz küresiyle sınırlı izole bir patoloji olarak değil, tüm sistemik dolaşımın, endotel disfonksiyonunun ve hücresel yaşlanma hızının doğrudan bir aynası olarak değerlendirmektedir [1].

Longevity (uzun ömürlülük) ve "healthspan" (sağlıklı yaşam süresi) perspektifinden bakıldığında retina, insan vücudunda mikrovasküler yatağın ve merkezi sinir sistemi dokusunun doğrudan, in vivo ve non-invaziv olarak gözlemlenebildiği yegane alandır. Bu eşsiz anatomik avantaj, hekimlere hastanın iç organlarındaki damar ağının durumu hakkında eşzamanlı ve net

veriler sunar. Özellikle retinayı koruyan kan-retina bariyerinin (BRB) hücresel yapısı, beyindeki kan-beyin bariyeri (BBB) ve böbreklerdeki glomerüler filtrasyon bariyeri ile olağanüstü yapısal benzerlikler taşır. Retina embriyolojik gelişim sürecinde beyin dokusunun doğrudan bir uzantısı (diensefalon kaynaklı) olarak şekillendiğinden, burada saptanan mikroskobik düzeydeki dejenerasyonlar, nöroinflamasyon ve sistemik nörovasküler bozulma hakkında son derece değerli bir erken uyarı sistemini oluşturur [2].

Bu bağlamda retinada meydana gelen patolojik değişiklikler; beyni, böbrekleri ve kardiyovasküler sistemi derinden etkileyen sistemik yaşlanma ve geri döndürülemez doku yıkımının da şeffaf bir "penceresi" olarak kabul edilmektedir. Diyabetik bir bireyde retinopatinin varlığı ve şiddeti, o bireyin nüfus cüzdanındaki kronolojik yaşından ziyade biyolojik yaşının ne kadar ilerlediğini gösteren klinik bir kronometredir. Nitekim son yıllarda yapay zeka destekli fundus görüntüleme çalışmaları, retinadaki yaşlanma belirtileri ile hastanın gerçek yaşı arasındaki farkın (retinal age gap), artmış mortalite riskiyle doğrudan ilişkili olduğunu kanıtlamıştır. Araştırmalar, retinopati evresi ilerledikçe diyabetik nefropati, iskemik kalp hastalıkları ve bilişsel gerileme gibi yaşa bağlı sistemik hastalıkların eşzamanlı olarak ortaya çıkma riskinin katlanarak arttığını göstermektedir. Dolayısıyla DR, sadece görme kaybını önlemeye çalışan oftalmologlar için değil; çoklu organ sistemlerinin ne ölçüde tehdit altında olduğunu öngörmeye ve biyolojik yaşlanmayı yavaşlatmaya çalışan longevity uzmanları için de multidisipliner ve güçlü bir biyobelirteçtir [3].

2. Patofizyolojik Kesişimler: DR ve Yaşlanma (Aging) Mekanizmaları

Diyabetik retinopatinin ilerlemesine neden olan biyokimyasal yollar, gerobilim literatüründe hücresel düzeyde biyolojik yaşlanmanın temel belirteçleri (hallmarks of aging) olarak kabul edilen evrensel patofizyolojik yollarla çarpıcı bir biçimde örtüşmektedir. Sağlıklı bir yaşlanma sürecinde insan vücudunda on yıllar boyunca yavaş yavaş gelişen mikrovasküler yıpranma ve hücresel yaşlanma, diyabetik hastalarda kronik hiperglisemik ortamın ve metabolik stresin tetiklemesiyle çok kısa sürelerle sıkışarak patolojik bir ivme kazanır. Bu durum adeta yerel bir "erken yaşlanma" (premature aging) sendromunu taklit eder. Sonuç olarak, doku homeostazisini sağlayan otheregölasyon mekanizmaları hızla çöker, vasküler mimari bozulur ve hem retinada hem de sistemik damar yatağında hücresel yenilenme kapasitesini aşan, geri döndürülemez mikrovasküler hasarlar kalıcı hale gelir [4].

Bu hücresel yıkım mekanizmalarının ve yaşlanma hızlandırıcılarının başında İleri Glikasyon Son Ürünleri (AGE'ler - Advanced Glycation End-products) gelir. Kronik hiperglisemi, hücresel düzeyde proteinlerin, lipidlerin ve nükleik asitlerin enzimatik olmayan glikasyonuna (Maillard reaksiyonu) yol açarak toksik AGE birikimine neden olur. Bu çapraz bağlı yapısal bozuk moleküller, vasküler endotel hücrelerinin ve makrofajların yüzeyindeki RAGE (Receptor for Advanced Glycation Endproducts) reseptörlerine bağlanarak hücre içi güçlü bir pro-inflamatuar şelale olan NF-κB sinyal yolunu aktive eder. Bu kronik aktivasyon sonucunda lökositlerin damar duvarına yapışması (lökostaz) ve retinadaki kapillerleri saran, damar stabilitesini sağlayan perisit hücrelerinin spesifik olarak apoptoza (hücre ölümü) uğraması tetiklenir. Perisit kaybıyla başlayan bu süreç, kan-retina bariyerinin ilerleyici yıkımı, damar dışına sızıntılar, mikroanevrizmaların oluşumu, kapiller nonperfüzyon alanlarının gelişimi ve nihayetinde tüm vücudu etkileyen sistemik damar sertliği (arteriyoskleroz) ile sonuçlanır [5].

Bu yıkıcı glikasyon sürecine eşlik eden ve onu daha da şiddetlendiren oksidatif stres ve mitokondriyal disfonksiyon, yaşlanmanın hücresel düzeydeki en agresif sürücülerindendir. Retinanın sürekli ışığı algılama ve bunu elektriksel sinyale dönüştürme işlevi, onu vücuttaki oksijen tüketiminin ve metabolik hızın en yüksek olduğu dokulardan biri yapar. Yüksek kan şekeri varlığında, hücrenin enerji santralleri olan mitokondrilerdeki elektron transport zinciri aşırı yüklenir ve süperoksit radikalleri başta olmak üzere hücre içi reaktif oksijen türlerinin (ROS) aşırı üretimine yol açar. Bu serbest radikaller; poliol (sorbitol), heksozamin ve protein kinaz C (PKC) gibi retinopatiji daha da hızlandıran zararlı alternatif metabolik yolları aktive eder. Doğal antioksidan savunma sistemlerinin bu aşırı oksidatif yüke yenik düşmesiyle, mitokondriyal DNA onarılamaz biçimde hasar görür. Enerji (ATP) üretimindeki bu temel defektler, hücrenin yaşamsal fonksiyonlarını sürdürmesini imkansız hale getirerek endotel ve nöral hücre ölümlerini dramatik şekilde hızlandırır [6].

Biyolojik yaşlanma ile diyabetik mikrovasküler hasar arasındaki bir diğer kritik kesişim noktası, hücresel senesens ve gerotolojide sıklıkla vurgulanan "inflammaging" (kronik inflamasyon kaynaklı yaşlanma) olgusudur. Oksidatif ve metabolik stres altındaki retinal endotel hücreleri ile Müller glia hücreleri, DNA hasarı kritik seviyelere ulaştığında kanserleşmeyi önlemek adına apoptoza gitmek yerine hücre döngüsünü kalıcı olarak durdurdıkları (p16 ve p21 proteinlerinin aktivasyonu ile) "zombi hücre" (senesent) evresine girerler. Bu hücreler bölünemezler ancak metabolik olarak hiperaktif kalarak mikroçevrelerine sürekli bir şekilde IL-6, TNF-alfa ve VEGF (Vasküler Endotelial Büyüme Faktörü) gibi pro-inflamatuar sitokinler ve doku yıkıcı matriks metalloproteinaz (MMP) enzimleri (SASP - Senescence-Associated Secretory Phenotype) salgırlar. Bu parakrin sinyalleşme, komşu sağlıklı hücreleri de yaşlanmaya (senesense) sürükleyerek retinada ve dolaşımda düşük dereceli, kronik bir inflamasyon tablosu yaratır. Bu durum, dokuların kendi kendini onarma kapasitesini tamamen tüketerek patolojik neovaskülarizasyonu (istenmeyen yeni damar oluşumu) tetikler ve mikroanjyopatiji kısır bir döngüye sokar [7].

Patofizyolojik tablonun son ve belki de en inatçı bileşeni, epigenetik değişiklikler ve yetişkin kök hücre tükenmesinin mikrovasküler hasarı kalıcı hale getirmesidir. Diyabetik hastaların retinasında ve hasarı onarmak üzere kemik iliğinden dolaşıma katılan endotelial progenitor hücrelerin (EPC) çoğalma ve onarım kapasiteleri, yaşlanma mekanizmalarıyla ciddi şekilde sekteye uğrar. Dahası, hastanın kan şekeri yoğun tedaviyle yıllar sonra normale (öglisemi) dönse dahi, geçmişteki uzun süreli hiperglisemi döneminde gerçekleşen DNA metilasyonu, histon asetilasyonu ve mikro-RNA (miRNA) ekspresyonu gibi yapısal epigenetik değişiklikler ortadan kalkmaz. "Metabolik hafıza" (metabolic memory) adı verilen bu moleküler etiketlenmeler nedeniyle, hücreler geçmişteki yüksek şeker maruziyetini adeta "hatırlar" ve hasarlı fenotipi sürdürmeye devam eder. Bu epigenetik mühürlenme, mikrovasküler yaşlanma sürecinin hastanın hücresel hafızasına kazındığını ve kan şekeri düzelse bile sistemik vasküler riskin uzun yıllar boyunca devam edeceğini açıkça kanıtlamaktadır [8].

3. Sistemik Yaşlanma ve Mortalite Biyobelirteci Olarak DR

Epidemiyolojik çalışmalar, diyabetik retinopatinin (DR) varlığının ve şiddetinin, hastanın genel yaşam beklentisi (life expectancy) ile ters orantılı olduğunu, hatta bu ilişkinin glisemik kontrolden bağımsız bir şekilde işlediğini net bir şekilde ortaya koymaktadır. Retinadaki kapiller hasar yalnızca göz küresini ve görme yetisini tehdit etmekle kalmaz, aynı zamanda

böbreklerden miyokard dokusuna kadar tüm vücuttaki kapiller ağın yapısal bütünlüğünün ne durumda olduğuna dair in vivo bir projeksiyon sunar. Geniş çaplı kohort araştırmaları ve meta-analizler, retinopati evresindeki her bir kademe artışının, hastanın biyolojik yaşlanma hızını yansıttığını göstermektedir. Özellikle erken evre hafif non-proliferatif DR'den, yaygın iskemi ve yeni damar oluşumuyla karakterize şiddetli proliferatif DR'ye (PDR) geçişin, kardiyovasküler risk faktörlerinden (hipertansiyon, dislipidemi vb.) bağımsız olarak tüm nedenlere bağlı mortalite riskini katlanarak artırdığı kanıtlanmıştır [9]. Bu durum, DR'nin sadece diyabetin süresini değil, hastanın mikrovasküler yıkıma olan genetik ve epigenetik yatkınlığını da gösteren küresel bir sağlık indeksi olduğunu kanıtlar.

Kardiyovasküler risk ve endotelyal yaşlanma açısından incelendiğinde, diyabetik retinopati basit bir "hedef organ komplikasyonundan" ziyade bağımsız ve agresif bir sistemik risk faktörü gibi davranmaktadır. Tıp literatüründe giderek daha fazla kabul gören "kardiyoretinal sendrom" konsepti, göz ve kalp damarları arasındaki ortak patofizyolojik kaderi vurgular. Proliferatif diyabetik retinopatisi (PDR) olan hastaların, retinopatisi olmayan veya hafif düzeyde olan diyabetiklere kıyasla miyokard enfarktüsü, kalp yetmezliği ve iskemik inme gibi majör advers kardiyovasküler olayları (MACE) yaşama riskleri son derece yüksektir [10]. Retinada fundoskopik muayeneye açıkça görülebilen mikroanevrizmalar, retina içi kanamalar, atipik damarlanmalar ve neovaskülarizasyon (yeni, sızıntılı ve frajil damar oluşumu), aslında kalp kasını (koroner mikrodolaşım) ve beyni besleyen damarlardaki yaygın endotel disfonksiyonunun dışarıdan görünen ilk yansımasıdır. Dahası, PDR evresinde gözlemlenen masif vasküler iskeminin sistemik dolaşıma saldırdığı VEGF (Vasküler Endotelyal Büyüme Faktörü) ve dolaşımdaki pro-inflamatuar sitokinler, mevcut aterosklerotik plakların stabilitesini bozarak ani kardiyovasküler ölümlere doğrudan zemin hazırlayabilir [11].

Benzer şekilde, hücrel yaşlanmanın en dramatik sonuçlarından olan nörodejenerasyon ve bilişsel gerileme (cognitive decline) ile DR arasında çok güçlü, anatomik temellere dayanan bir bağ bulunmaktadır. Retinadaki nörovasküler birimin (nöronlar, glia hücreleri ve vasküler endotel kompleksi) yapısı, kan-beyin bariyerinin (BBB) hücrel yapısıyla evrimsel ve morfolojik olarak neredeyse tamamen aynıdır. Dolayısıyla retinadaki sızıntılar ve optik koherens tomografi (OCT) ile mikrometre düzeyinde ölçülebilen retina sinir lifi tabakasındaki (RNFL) ile ganglion hücre tabakasındaki incelmeler, beyindeki sinsi mikrovasküler iskeminin ve nöronal atrofinin erken habercisidir. Yapılan uzun erimli klinik çalışmalar ve kranial MR görüntüleme korelasyonları, retinopati ilerledikçe serebral küçük damar hastalığı (CSVD), Alzheimer hastalığı, vasküler demans ve beyin beyaz cevher lezyonlarının (white matter hyperintensities) görülme sıklığının anlamlı derecede arttığını doğrulamaktadır [12]. Gözde başlayan bu mikrovasküler çöküş, beyin kognitif rezervlerinin tükendiğinin ve nörolojik yaşlanmanın hızlandığının tartışmasız bir klinik kanıtıdır.

4. Longevity ve Terapötik Yaklaşımlar (Gerobilim Perspektifi)

Modern tıbbın ve gerontolojinin diyabetik retinopati (DR) yönetimine bakış açısı, yalnızca periferik kan şekeri düşürmeyi (glisemik kontrolü) hedefleyen dar kapsamlı bir yaklaşımdan çıkıp, biyolojik yaşlanma yollarını hücrel ve moleküler düzeyde modüle eden bütüncül longevity (uzun ömürlülük) hedeflerine doğru evrilmiştir. Bu vizyon değişimi bağlamında, on yıllardır birinci basamak diyabet tedavisi olarak kullanılan Metformin gibi köklü moleküller, anti-aging (yaşlanma karşıtı) potansiyelleriyle adeta yeniden keşfedilmektedir. Metformin, karaciğerde glikoz üretimini baskılayan klasik etkisinin çok ötesinde, hücrel bir enerji

sensörü olan AMPK (AMP-aktif protein kinaz) yolağını aktive ederek etki gösterir. AMPK'nın uyarılması, aynı zamanda hücrel yaşlanmayı, aşırı protein sentezini ve doku hipertrofini hızlandıran mTORC1 (Mammalian Target of Rapamycin) sinyal yolağını güçlü bir şekilde baskılar. Bu spesifik mekanizma sayesinde Metformin, yaşlanan retinal hücrelerde bozulmuş olan otofajiyi (hücrenin kendi içindeki hasarlı organelleri ve toksik proteinleri temizleme süreci) yeniden tetikler. Oksidatif stresi azaltan ve SIRT1 (Sirtuin 1 - uzun ömür geni) ekspresyonunu artıran bu molekül, retinadaki nörovasküler birimi koruyarak sistemik ömür uzatıcı etkileriyle gerobilm çalışmalarının mutlak merkezinde yer almaya devam etmektedir [13].

Son yıllarda klinik kullanıma giren ve farmakoloji dünyasında çığır açan SGLT2 İnhibitörleri (gliflozinler) ve GLP-1 Reseptör Agonistleri (inkretin mimetikleri) ise diyabetik longevity alanında adeta bir devrim yaratmıştır. Başlangıçta yalnızca idrarla şeker atılımını artırmak veya insülin salınımını düzenlemek için tasarlanan bu akıllı moleküllerin, beklenen glisemik etkilerinden tamamen bağımsız (pleiotropik) olarak kardiyovasküler ve renal biyolojik ömrü olağanüstü derecede uzattığı büyük klinik araştırmalarla keşfedilmiştir. Bu ajanlar, endotelial nitrik oksit sentaz (eNOS) fonksiyonlarını koruyarak vazodilatasyonu destekler, sistemik hs-CRP seviyelerini düşürerek kronik low-grade (düşük dereceli) inflamasyonu güçlü bir şekilde baskılar ve hücre içi antioksidan savunma mekanizmalarını aktive ederler. Son veriler, kan-retina bariyerini geçebilen bu ajanların, nöroprotektif etkiler göstererek retinopati progresyonunu ve diyabetik maküla ödemi (DME) yavaşlatma potansiyeli taşıdığını göstermektedir. Hastanın metabolik saatini yavaşlatmaya ve biyolojik yaşını geri çevirmeye yardımcı olan bu modern ajanlar, lokal göz sağlığının ötesinde, sistemik doku sağlığının ve healthspan'in (sağlıklı yaşam süresinin) korunmasında kilit bir rol oynamaktadır [14].

Geleceğin yaşlanma karşıtı tedavilerini şekillendiren ve oftalmoloji dünyasında en heyecan verici klinik ufku sunan gelişme ise "senolitik" ve "senomorfik" ilaçların diyabetik retinopati tedavisindeki yükselişidir. Geroscience (gerobilm) alanından oftalmolojiye başarıyla aktarılan bu yenilikçi yaklaşım, doğrudan hastalığın kök nedenlerinden birine saldırır: Retinada ve sistemik damar yatağında birikerek patolojiyi besleyen, doku homeostazisini bozan "zombi" (senesent) hücreler. UBX-1325 (foseluzmitug) gibi senesent hücrelerin hayatta kalmasını sağlayan anti-apoptotik proteinleri (özellikle BCL-xL) hedefleyen spesifik inhibitörler veya Dasatinib ve Quercetin (D+Q) gibi kombine senolitik ajanlar, bu zararlı hücreleri seçici olarak apoptoza (programlı ölüme) yönlendirir. Senesent endotel hücrelerinin ve glia hücrelerinin doku mikroçevresinden tamamen temizlenmesiyle, bu hücrelerin salgıladığı toksik SASP (Senescence-Associated Secretory Phenotype) kaynaklı inflamatuvar fırtına anında durur. Bu süreç sonucunda patolojik anjiyogenez (istenmeyen damar oluşumu) doğal yollarla baskılanır, dokudaki kök hücrelerin önü açılarak retinada hücrel gençleşme (rejuvenation) sağlanır ve böylece hastanın sadece vizyonu değil, genel biyolojik dayanıklılığı da artırılmış olur [15]. Buna ek olarak, NAD⁺ prekürsörleri (NMN, NR) gibi hücrel enerji metabolizmasını onaran epigenetik modülatörlerin de önümüzdeki yıllarda DR tedavisinin standart bir parçası haline gelerek insanın sistemik uzun ömürlülük hedeflerine doğrudan katkı sunması beklenmektedir [16].

5. Sonuç

Sonuç olarak, diyabetik retinopati (DR), yalnızca göz küresini ilgilendiren lokal bir mikroanjiyopati olmanın çok ötesine geçerek, insan vücudunun hücrel ve sistemik yaşlanma

hızını gösteren en şeffaf biyolojik ayna konumuna yükselmiştir. Hiperglisemi ve oksidatif stresin tetiklediği hücrel senesens, AGE birikimi ve mitokondriyal disfonksiyon gibi patofizyolojik mekanizmalar, aslında bedenın geri kalanındaki sessiz yıkımın habercisidir. Retinada izlenen her bir hasar basamağı; miyokard dokusundan renal glomerüllere, serebral korteksten periferel sinir ağına kadar uzanan yaygın bir endotelial yaşlanma ve hücrel tükeniş tablosunun doğrudan erken uyarı sistemidir.

Bu temel paradigma değişimi, diyabetik hastalara yaklaşımımızı ve tedavi hedeflerimizi kökten değiştirmeyi zorunlu kılmaktadır. DR tanısı alan bir bireyde klinik vizyon, yalnızca lazer fotokoagülasyon veya lokal enjeksiyonlarla görme kaybını geciktirmekle sınırlı kalmaz. Klasik glisemik kontrolün ötesine geçen; SGLT2 inhibitörleri, GLP-1 reseptör agonistleri ve Metformin gibi yaşlanma yollarını (mTOR, AMPK) hücrel düzeyde modüle eden ajanların kullanımını merkeze alan geroprotektif (yaşlanmayı geciktirici) bir strateji benimsenmelidir. Geroscience araştırmalarının oftalmolojiye armağanı olan senolitik ilaçlar ve epigenetik modulatorlerin klinik pratiğe entegrasyonu, hem retinayı hücrel düzeyde gençleştirme hem de hastanın biyolojik ömrünü (longevity) uzatma konusunda çığır açıcı fırsatlar sunacaktır.

Özetle, insan bedeninin ne kadar "hızlı" ve "hasarlı" yaşlandığını anlamak için retinadan daha net ve şeffaf bir harita bulunmamaktadır. Mikrovasküler yatağı ve nöronal dokuyu korumak için atılan her adım, aslında kardiyovasküler çöküşü engellemek, bilişsel rezervleri korumak ve hastanın sağlıklı yaşam süresini (healthspan) maksimize etmek için atılmış sistemik bir anti-aging müdahalesidir. Bu bağlamda bütüncül diyabetik retinopati yönetimi, geleceğin kişiselleştirilmiş gerobilim ve longevity tıbbının en hayati yapıtaşlarından biri olmaya devam edecektir.

Kaynakça

1. Wong, T. Y., et al. (2016). "Diabetic retinopathy: A position statement by the American Diabetes Association." *Diabetes Care*. DOI: 10.2337/dc15-2346
2. Simó, R., et al. (2018). "Diabetic retinopathy: role of neuroretinal degeneration in predicting systemic vascular and neurodegenerative diseases." *International Journal of Molecular Sciences*. DOI: 10.3390/ijms19113626
3. Zhu, Z., et al. (2022). "Retinal age gap as a predictive biomarker for mortality risk." *British Journal of Ophthalmology*. DOI: 10.1136/bjophthalmol-2021-319807
4. López-Otín, C., et al. (2023). "Hallmarks of aging: An expanding universe." *Cell*. DOI: 10.1016/j.cell.2022.11.001
5. Kowluru, R. A., & Chan, P. S. (2007). "Oxidative stress and diabetic retinopathy." *Experimental Diabetes Research*. DOI: 10.1155/2007/43603
6. Brownlee, M. (2001). "Biochemistry and molecular cell biology of diabetic complications." *Nature*. DOI: 10.1038/35108599
7. Binet, F., et al. (2020). "Neutrophil extracellular traps target senescent vasculature for tissue remodeling in retinopathy." *Science*. DOI: 10.1126/science.aay5356
8. Kowluru, R. A., et al. (2015). "Diabetic retinopathy and metabolic memory." *Vascular Pharmacology*. DOI: 10.1016/j.vph.2015.08.006
9. Sabanayagam, C., et al. (2019). "Incidence and progression of diabetic retinopathy: a systematic review." *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. DOI: 10.1016/S2213-8587(18)30128-1
10. Brownrigg, J. R., et al. (2016). "Microvascular disease and risk of cardiovascular events among individuals with type 2 diabetes: a population-level cohort study." *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. DOI: 10.1016/S2213-8587(16)30057-2

11. Pearce, I., et al. (2019). "The role of the eye in predicting myocardial infarction and cardiovascular mortality." *Cardiovascular Diabetology*. DOI: 10.1186/s12933-019-0837-1
12. Mutlu, U., et al. (2017). "Association of retinal microvascular calibre with MRI measures of brain volume and white matter lesions: The Rotterdam Study." *Alzheimer's & Dementia*. DOI: 10.1016/j.jalz.2017.01.025
13. Barzilai, N., et al. (2016). "Metformin as a Tool to Target Aging." *Cell Metabolism*. DOI: 10.1016/j.cmet.2016.05.011
14. Simó, R., et al. (2019). "Pleiotropic effects of GLP-1 receptor agonists and SGLT2 inhibitors on the neurovascular unit." *Diabetologia*. DOI: 10.1007/s00125-019-04983-5
15. Crespo-Garcia, S., et al. (2021). "Pathological angiogenesis in retinopathy is induced by senescent cells and cleared by senolytics." *Cell Metabolism*. DOI: 10.1016/j.cmet.2021.01.011
16. Bhatwadekar, A. D., et al. (2022). "Senotherapeutics: A novel translational paradigm for diabetic retinopathy and systemic aging." *Translational Vision Science & Technology*. DOI: 10.1167/tvst.11.2.33

























Presentation ID / Sunum No= 7

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0009-0002-5258-7504

Laparoskopik Sleeve Gastrektominin Tip 2 Diyabet Üzerine Etkileri: Orta Dönem Sonuçlar ve Remisyon Prediktörleri

421

Dr. Kazım Duman¹

¹Sancaktepe Şehit Prof.dr. İlhan Varank Eğitim Ve Araştırma Hastanesi

*Corresponding author: Kazım Duman

Özet

Amaç: Tip 2 diyabetes mellitus (T2DM) tanılı morbid obez hastalarda laparoskopik sleeve gastrektomi (LSG) sonuçlarını ve diyabet remisyonunu etkileyen prediktif faktörleri değerlendirmek. **Gereç ve Yöntem:** T2DM tanılı 184 morbid obez hastada ($VKİ \geq 40 \text{ kg/m}^2$) uygulanan LSG olguları retrospektif incelendi; en az 24 aylık takip şartı arandı. **Bulgular:** Postoperatif 24. ayda tam remisyon %41,3, kısmi remisyon %22,8 (toplam %64,1) olarak saptandı. Bağımsız prediktörler; diyabet süresi (OR: 0,82), preoperatif HbA1c (OR: 0,71) ve C-peptid düzeyi (OR: 1,42) olarak belirlendi. **Sonuç:** LSG, T2DM'li obez hastalarda etkin metabolik remisyon sağlamaktadır; kısa diyabet süresi, düşük HbA1c ve yüksek C-peptid en uygun hasta profilini tanımlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sleeve gastrektomi, tip 2 diyabet, remisyon, bariatrik cerrahi, HbA1c, C-peptid

GİRİŞ

Obezite, dünya genelinde giderek artan prevalansı ile önde gelen halk sağlığı sorunlarından biri haline gelmiştir. Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre dünya nüfusunun yaklaşık %13'ü obez olup bu oran her yıl artış göstermektedir [1]. Obezite; T2DM, hipertansiyon, kardiyovasküler hastalıklar ve obstrüktif uyku apnesi başta olmak üzere pek çok kronik hastalıkla yakından ilişkilidir [2].

Bariatrik cerrahi, morbid obezitede uzun vadeli kilo kaybı ve metabolik iyileşme sağlayan en etkili tedavi yöntemi olarak kabul görmektedir [3]. Son yıllarda bu girişimlerin yalnızca kilo verme prosedürleri olmadığı, T2DM başta olmak üzere birçok metabolik hastalık üzerinde kilo kaybından bağımsız düzenleyici etkiler yarattığı ortaya konmuş; "metabolik cerrahi" kavramı giderek daha fazla benimsenir hale gelmiştir [4].

LSG, mideyi tüp şeklinde yeniden yapılandırarak gastrik volümü yaklaşık %75-80 oranında azaltan ve günümüzde en sık uygulanan bariatrik prosedür konumuna gelen bir yöntemdir [5]. LSG'nin T2DM üzerine etkileri; kısıtlayıcı mekanizma aracılığıyla sağlanan kilo kaybının yanı sıra GLP-1 sekresyonundaki artış, ghrelin düzeyindeki düşüş ve bağırsak mikrobiyotasındaki değişiklikler gibi kilo kaybından bağımsız metabolik mekanizmalara da atfedilmektedir [6].

Literatürde bariatrik cerrahi sonrası T2DM remisyon oranları %40-80 arasında geniş bir yelpazeye yayılmaktadır [7]. Tüm hastaların remisyona ulaşmadığı göz önüne alındığında, remisyonu öngören faktörlerin belirlenmesi cerrahi adayların seçiminde ve ameliyat öncesi danışmanlıkta kritik önem

taşımaktadır [8]. Bu çalışmada kliniğimizde uygulanan LSG olgularında T2DM remisyon oranları ve bağımsız prediktif faktörler değerlendirildi.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma Tasarımı ve Hastalar: Bu retrospektif kohort çalışması, Ocak 2020 - Eylül 2023 tarihleri arasında kliniğimizde LSG uygulanan T2DM tanılı morbid obez hastalarda yürütüldü. Dahil edilme kriterleri: T2DM tanısının ameliyat öncesinde mevcut olması, VKİ ≥ 40 kg/m² ve postoperatif en az 24 aylık takip verisi bulunmasıydı. Dışlanma kriterleri ise tip 1 diyabet, daha önce bariatrik cerrahi geçirmiş olmak ve yetersiz takip verisi olarak belirlendi.

Cerrahi Teknik: Tüm olgulara standart laparoskopik sleeve gastrektomi tekniği uygulandı. Beş trokar kullanılarak pnömoperitoneum oluşturuldu; 36-38 Fr bouji rehberliğinde, pilor'dan 3-4 cm proksimalden itibaren büyük kurvatur boyunca lineer stapler ile rezeksiyon gerçekleştirildi. Stapler hattı gerekli görülen olgularda sütür ile desteklendi.

Remisyon Kriterleri: Remisyon tanımlamasında ADA 2021 uzlaşısı kriterleri esas alındı [9]. Tam remisyon; antidiyabetik ilaç kullanımı olmaksızın HbA1c $\leq 6,0$ ve ilaçsız normoglisemi olarak tanımlandı. Kısmi remisyon ise antidiyabetik ilaç kullanımı olmaksızın HbA1c $6,0-6,5$ olarak kabul edildi.

İstatistiksel Analiz: Analizler SPSS 25.0 (IBM Corp., Armonk, NY, ABD) ile gerçekleştirildi. Sürekli değişkenler ortalama $\pm$ standart sapma, kategorik değişkenler sayı ve yüzde olarak ifade edildi. Gruplar arası karşılaştırmalarda Student t-testi ve ki-kare testi kullanıldı. Remisyonu etkileyen bağımsız faktörler çok değişkenli lojistik regresyon analizi ile belirlendi; $p < 0,05$ anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Demografik Özellikler: Çalışmaya 184 hasta dahil edildi; 142'si (%77,2) kadın, 42'si (%22,8) erkekti. Ortalama yaş $44,6 \pm 10,2$ yıl, preoperatif VKİ $46,8 \pm 6,4$ kg/m², diyabet süresi $5,8 \pm 4,2$ yıl ve HbA1c $8,4 \pm 1,6$ idi. Hastaların 68'i (%37,0) preoperatif insülin, 116'sı (%63,0) ise oral antidiyabetik ajan kullanmaktaydı.

Remisyon Sonuçları: Postoperatif 24. ayda 76 hastada (%41,3) tam remisyon, 42 hastada (%22,8) kısmi remisyon saptandı; toplam remisyon oranı %64,1 olarak belirlendi. Bu oran literatürdeki LSG serilerinde bildirilen %50-65 aralığıyla uyumludur [7,10].

Diyabet süresi ile remisyon oranı arasında istatistiksel olarak anlamlı ters orantılı bir ilişki gözlemlendi ($p < 0,001$): Diyabet süresi ≤ 5 yıl olan hastalarda tam remisyon %58,3 iken, >10 yıl olanlarda bu oran %18,2'ye geriledi. Preoperatif insülin kullanan grupta remisyon oranı %25,0, oral antidiyabetik kullanan grupta ise %52,3 olarak saptandı ($p < 0,001$).

Çok değişkenli lojistik regresyon analizinde diyabet süresi (OR: 0,82; %95 GA: 0,74-0,91), preoperatif HbA1c (OR: 0,71; %95 GA: 0,58-0,87) ve C-peptid düzeyi (OR: 1,42; %95 GA: 1,18-1,71) remisyon için bağımsız prediktörler olarak belirlendi (Tablo 1).

Tablo 1. T2DM Remisyonu için Bağımsız Prediktörler (Çok Değişkenli Lojistik Regresyon)

Değişken	OR	%95 Güven Aralığı	p
Diyabet süresi (yıl)	0,82	0,74 – 0,91	<0,001
Preoperatif HbA1c (%)	0,71	0,58 – 0,87	0,001
C-peptid düzeyi (ng/mL)	1,42	1,18 – 1,71	<0,001

OR: Odds Ratio; GA: Güven Aralığı

TARTIŞMA

Çalışmamızda elde edilen %64,1 toplam remisyon oranı, LSG için yayınlanan geniş kapsamlı meta-analizler ve kohort çalışmalarıyla uyumludur [7,10]. Bariatrik cerrahinin T2DM üzerindeki etkisini ilk

gösteren öncü çalışmalardan birinde Pories ve ark. ameliyat sonrası hastaların büyük bölümünde uzun süreli diyabet remisyonu elde etmiş ve bu bulguyu o dönemde şaşırtıcı bir keşif olarak tanımlamıştır [3]. Günümüzde bu etki mekanizmaları çok daha iyi anlaşılmış olup inkretin hormonları, özellikle GLP-1'in rolü ön plana çıkmaktadır [6].

Diyabet süresinin remisyon üzerindeki olumsuz etkisi, çalışmamızın en belirgin bulgularından biridir. Uzun süreli hiperglisemi, pankreas beta hücrelerinde geri dönüşümsüz hasar oluşturarak insülin sekresyon kapasitesini azaltmakta; bu durum cerrahi sonrasında remisyon potansiyelini kısıtlamaktadır [8]. Nitekim Dixon ve ark.'nın çalışmasında da benzer şekilde preoperatif diyabet süresinin remisyon başarısını öngörmede güçlü bir belirteç olduğu bildirilmiştir [11]. Bu nedenle metabolik cerrahinin erken evrede planlanması, hem daha yüksek remisyon oranı hem de uzun vadeli komplikasyon riskinin azaltılması açısından kritik önem taşımaktadır.

Preoperatif insülin kullanımının remisyon oranını belirgin biçimde düşürdüğü gözlemlendi (%25,0 vs %52,3, $p<0,001$). Preoperatif insülin gereksinimi, diyabetin daha ileri evresini ve beta hücre rezervinin tükendiğini yansıtmaktadır [8,11]. C-peptid düzeyi ise endojen insülin sekresyonunun doğrudan göstergesi olarak çalışmamızda pozitif yönde güçlü bir bağımsız prediktör olarak saptandı (OR: 1,42). Bu bulgu, preoperatif C-peptid ölçümünün bariatric cerrahi adaylarının metabolik değerlendirmesinde rutin olarak kullanılması gerektiğini desteklemektedir [9].

Uluslararası diyabet kuruluşlarının ortak bildirgesi de dahil olmak üzere güncel kılavuzlar, VKİ ≥ 40 kg/m² olan T2DM'li hastalarda yetersiz tıbbi tedavi yanıtı durumunda metabolik cerrahiye tedavi algoritmasına dahil etmektedir [4]. Çalışmamızın retrospektif ve tek merkezli tasarımı ile sınırlı takip süresi başlıca kısıtlılıkları oluşturmaktadır; prospektif ve çok merkezli çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

SONUÇ

LSG, T2DM'li morbid obez hastalarda %64,1 oranında diyabet remisyonu sağlayan etkin bir metabolik cerrahi yöntemidir. Kısa diyabet süresi, düşük preoperatif HbA1c ve yüksek C-peptid düzeyi remisyon için en güçlü prediktörlerdir. Klinisyenler bu parametreleri hasta seçimi ve cerrahi zamanlama kararlarında esas almalı; diyabetin erken evresinde müdahale etme fırsatı göz önünde bulundurulmalıdır.

KAYNAKLAR

1. World Health Organization. Obesity and overweight. WHO Fact Sheet. 2021. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
2. Buchwald H, Avidor Y, Braunwald E, et al. Bariatric surgery: a systematic review and meta-analysis. JAMA. 2004;292(14):1724-1737.
3. Pories WJ, Swanson MS, MacDonald KG, et al. Who would have thought it? An operation proves to be the most effective therapy for adult-onset diabetes mellitus. Ann Surg. 1995;222(3):339-352.
4. Rubino F, Nathan DM, Eckel RH, et al. Metabolic Surgery in the Treatment Algorithm for Type 2 Diabetes: A Joint Statement by International Diabetes Organizations. Diabetes Care. 2016;39(6):861-877.
5. Angrisani L, Santonicola A, Iovino P, et al. IFSO Worldwide Survey 2020/2013/2021: Current Trends for Bariatric and Metabolic Procedures. Obes Surg. 2024;34(4):1075-1085.
6. Bose M, Olivan B, Teixeira J, et al. Do incretins play a role in the remission of type 2 diabetes after gastric bypass surgery? Obes Surg. 2009;19(2):217-229.
7. Schauer PR, Bhatt DL, Kirwan JP, et al. Bariatric surgery versus intensive medical therapy for diabetes: 5-year outcomes. N Engl J Med. 2017;376(7):641-651.
8. Cummings DE, Cohen RV. Bariatric/metabolic surgery to treat type 2 diabetes in patients with a BMI <35 kg/m². Diabetes Care. 2016;39(6):924-933.
9. American Diabetes Association. Standards of Medical Care in Diabetes—2021. Diabetes Care. 2021;44(Suppl 1):S1-S232.

10. Yang J, Wang C, Cao G, et al. Long-term effects of laparoscopic sleeve gastrectomy versus Roux-en-Y gastric bypass for the treatment of Chinese type 2 diabetes mellitus patients with body mass index 28-35 kg/m². BMC Surg. 2015;15:88.
11. Dixon JB, Chuang LM, Chong K, et al. Predicting the glycemic response to gastric bypass surgery in patients with type 2 diabetes. Diabetes Care. 2013;36(1):20-26.

Presentation ID / Sunum No= 51

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0001-7289-4355

Selective Eating Behaviors In Preschool Children: A Multidisciplinary Developmental Perspective

425

Dr. Begüm Yuluğ Taş¹, Dr. Gül Çirkin¹

¹İzmir Tepecik Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Özet

Amaç: Bu çalışmada, seçici yeme davranışı nedeniyle çocuk gastroenteroloji polikliniğine başvuran 3–5 yaş arası çocuklarda eşlik eden psikiyatrik bulguların, nörogelişimsel özelliklerin ve davranışsal örüntülerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. **Gereç ve Yöntem:** Çalışmaya, seçici yeme davranışı nedeniyle çocuk gastroenteroloji polikliniğine başvuran ve ardından çocuk ve ergen psikiyatrisi polikliniğine yönlendirilen 35 çocuk dahil edilmiştir. Antropometrik ölçümler kullanılarak beden kitle indeksi yaşa göre standart sapma skorları hesaplanmıştır. Tüm olgular, araştırmacı tarafından ebeveynleriyle birlikte yarı yapılandırılmış psikiyatrik görüşme ile değerlendirilmiş, psikiyatrik tanımlar için Okul Çağı Çocukları İçin Duygulanım Bozuklukları ve Şizofreni Görüşme Çizelgesi – Şimdiki ve Yaşam Boyu Versiyonu (K-SADS-PL) uygulanmıştır. Duyusal işleme özellikleri Duyusal Profil Ebeveyn Formu ile, otistik özellikler Sosyal Cevaplılık Ölçeği (SCÖ) ile, davranışsal özellikler Conners Ebeveyn Derecelendirme Ölçeği ile, yeme davranışları ise Çocuk Beslenme Davranışı Anketi aracılığıyla değerlendirilmiştir. **Bulgular:** Olguların %42.8’nde psikiyatrik tanı saptanmış olup, en sık dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu ile konuşma ve dil gelişimiyle ilişkili tanımlar gözlenmiştir. Oral ve dokunsal duyu alanlarına ilişkin farklılıklar dikkat çekmekle birlikte duyu işleme özellikleri, davranışsal özellikler ve yeme davranışlarının şiddeti arasında istatistiksel olarak anlamlı ilişkiler saptanmamıştır. Benzer şekilde, yeme davranışları ile beden kitle indeksi kategorileri arasında anlamlı farklılıklar bulunmamıştır. Ancak zayıf olarak sınıflandırılan çocuklarda yemek seçiciliği puanlarının daha yüksek olduğu gözlenmiştir. **Sonuç:** Bu çalışma, seçici yeme davranışının erken çocukluk döneminde heterojen bir klinik görünüm sergilediğini ve çoğu olguda tek başına bir nörogelişimsel bozukluk çerçevesinde değerlendirilmesinin yeterli olmayabileceğini göstermektedir. Bulgular, seçici yeme davranışı ile başvuran çocuklarda multidisipliner değerlendirme ve gelişimsel bağlamı merkeze alan klinik yaklaşımın önemini vurgulamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çocuk, Psikopatoloji, Seçici Yeme, Gastroenteroloji

Selective Eating Behaviors in Preschool Children: A Multidisciplinary Developmental Perspective

Abstract

Objective: This study aimed to evaluate comorbid psychiatric findings, neurodevelopmental characteristics, and behavioral patterns in children aged 3–5 years referred to a pediatric gastroenterology outpatient clinic due to selective eating behavior. **Methods:** A total of 35 children presenting with selective eating behavior to a pediatric gastroenterology outpatient clinic and subsequently referred to a child and adolescent psychiatry outpatient clinic were included. Body mass index standard deviation scores (BMI-for-age SDS) were calculated using anthropometric measurements. All participants were evaluated through semi-structured psychiatric interviews conducted with the children and their parents, and psychiatric diagnoses were assessed using the Kiddie Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia for School-Age Children—Present and Lifetime Version (K-SADS-PL). Sensory processing characteristics were assessed using the Sensory Profile Caregiver Questionnaire, autistic traits using the Social Responsiveness Scale (SRS), behavioral characteristics using the Conners Parent Rating Scale, and eating behaviors using the Child Eating Behaviour Questionnaire. **Results:** Psychiatric comorbidity was identified in 42.8% of the participants, with attention-deficit/hyperactivity disorder and speech- and language-related diagnoses being the most common. Although differences in oral and tactile sensory domains were observed, no statistically significant associations were found between sensory processing characteristics, behavioral features, and the severity of eating behaviors. Likewise, no significant differences were detected between eating behaviors and BMI categories. However, descriptively higher food selectivity scores were observed among children classified as underweight. **Conclusion:** Selective eating behavior in early childhood reflects a heterogeneous clinical presentation and underscores the need for a multidisciplinary, developmentally informed approach rather than explanation within a single neurodevelopmental framework.

426

Keywords: Child, Psychopathology, Selective Eating, Gastroenterology

Introduction

Selective eating (picky/selective eating) observed in early childhood is a behavioral pattern characterized by reluctance to try new foods, strong rejection of specific foods, and a limited food repertoire⁽¹⁾. Although it is generally considered a developmental and transient phenomenon, recent epidemiological studies suggest that selective eating is not merely a variation of neurotypical development; rather, it may also be associated with nutritional deficiencies, impaired growth parameters, and psychosocial functioning difficulties⁽²⁾. Avoidant/Restrictive Food Intake Disorder (ARFID), defined based on the diagnostic criteria of the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, Fifth Edition (DSM-5), encompasses selective eating behaviors that result in a marked restriction of food intake. In clinical child and adolescent populations, prevalence rates have been reported to range from 5% to 64%. Factors such as sensory sensitivity, negative food-related experiences, and low interest in eating may contribute to the development of this disorder⁽³⁾.

Selective eating behavior is significantly associated with sensory processing characteristics; heightened sensitivity to sensory stimuli such as the texture, smell, taste, and appearance of foods has been identified as a mechanism that reinforces food refusal and a restricted food repertoire. The relationship between anxiety symptoms and selective eating in children appears to be mediated by sensory sensitivity, indicating that sensory processing differences may play a central role in the emergence of selective eating⁽⁴⁾. In addition, variations in behavioral preferences and neurodevelopmental profiles are also associated with selective eating. In pediatric populations, attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) has been associated with both ARFID-related selective eating behaviors and sensory

processing difficulties. Previous findings also suggest a positive relationship between ADHD symptoms and selective eating, with oral/sensory sensitivity contributing significantly to this link⁽⁵⁾. Existing evidence indicates a high prevalence of challenging and selective eating behaviors in children with neurodevelopmental disorders, particularly autism spectrum disorder (ASD), with sensory processing difficulties being more commonly observed in these populations⁽⁵⁾.

Among children presenting with selective eating behaviors, higher levels of neurodevelopmental characteristics—such as social communication difficulties, rigid behavioral patterns, repetitive behavior tendencies, and sensory hypersensitivity—have been reported, even in the absence of a clinical diagnosis of ASD. These characteristics have been shown to be particularly associated with difficulties in adapting to novel foods, the maintenance of reduced food variety, and heightened stress responses during mealtimes. Furthermore, children's sensory processing differences and social communication challenges may contribute to rigidity in food choices and to the persistence of current eating behavior patterns⁽⁶⁾.

A substantial proportion of children presenting with complaints of selective eating are evaluated in pediatric gastroenterology clinics, where nutritional intake and growth monitoring are prioritized. However, given that eating behaviors are closely linked to domains such as sensory sensitivities, emotional regulation, attentional processes, and social flexibility, the clinical value of a coordinated approach involving child psychiatry has been increasingly emphasized. Recent studies indicate that multidisciplinary interventions can increase food variety, reduce problematic eating behaviors, and improve family quality of life by alleviating caregiver stress⁽⁷⁾. These findings suggest that targeting underlying neurodevelopmental and emotional processes may contribute to the sustainable improvement of selective eating patterns. Accordingly, the present study aimed to evaluate psychiatric comorbidity in children aged 3–5 years with selective eating behaviors and to examine the relationships among sensory profiles, autistic traits, attention and behavioral problems, eating behavior patterns, and the overall clinical presentation.

Materials and Methods

The study sample consisted of 36 children between 3 and 5 years of age who exhibited selective eating behaviors and were referred, together with their parents, to the Pediatric Gastroenterology Clinic of XXX. Children who fulfilled the age-specific criteria for selective eating were subsequently directed to the Child and Adolescent Psychiatry Outpatient Clinic for further evaluation. Anthropometric measurements, including height and weight, were obtained at the Pediatric Gastroenterology Clinic, and body mass index (BMI) values were calculated accordingly. Nutritional status was evaluated using body mass index-for-age standard deviation scores (BMI-for-age SDS), which were calculated in accordance with the World Health Organization (WHO) Child Growth Standards for children aged 0–5 years⁽⁸⁾. According to WHO classification, BMI-for-age SDS values between -2 and $+2$ were considered normal, values below -2 indicated thinness, and values above $+2$ indicated overweight or obesity.

The presence of comorbid psychiatric disorders was assessed through individual interviews conducted by the researcher with the participants and their parents. The Kiddie Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia—Present and Lifetime Version (K-SADS-PL) was administered for this purpose. Furthermore, parents completed a set of standardized questionnaires targeting specific domains: sensory sensitivities, autistic traits, eating behaviors, and problematic behaviors, assessed using the Dunn Sensory Profile, Social Responsiveness Scale, Child Eating Behavior Questionnaire, and Conners Parent Rating Scale, respectively.

Ethical approval for the study was granted by XXX (approval no: 2024/11-14; 04.12.2024). Written and verbal informed consent was obtained from all participating children as well as their parents.

Instruments

Sociodemographic Data Form: The data collection form was developed by the researcher in accordance with the literature and was completed based on information obtained from parents. It assesses sociodemographic and clinical characteristics of the child, family-related variables, and

developmental features. In addition, selective eating behavior was evaluated by categorizing food selectivity into seven food groups, defined as: (1) grains and bread, (2) meat and eggs, (3) milk and dairy products, (4) vegetables, (5) fruits, (6) fats, and (7) sugary processed foods.

Kiddie-Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia for School-Age Children - Present and Lifetime Version (K-SADS-PL): Lifetime psychiatric comorbidities in children were examined using this assessment tool. If clinically relevant symptoms were noted during the initial interview, further evaluation was carried out using an additional checklist. The severity and presence of identified findings were determined through a multidimensional evaluation incorporating clinician judgment, family reports, and the child's input. Standardization studies support the use of this form in Turkish children^(9,10).

Sensory Profile Caregiver Questionnaire (SP): The Sensory Profile Caregiver Questionnaire (SP), originally developed by Dunn in 1999, is a caregiver-reported instrument consisting of 125 items designed to evaluate sensory processing patterns in children aged 3–10 years⁽¹¹⁾. The questionnaire assesses the influence of sensory processing on daily functioning, where lower scores are associated with increased sensory sensitivity and related behavioral difficulties. The classification of sensory-related behaviors is based on the interaction between neurological thresholds and self-regulation strategies, resulting in four quadrants: low registration, sensory seeking, sensory sensitivity, and sensory avoiding. Low registration is characterized by a high neurological threshold and passive self-regulation, manifesting as limited awareness of surrounding stimuli. Sensory seeking reflects a high threshold combined with active engagement in sensory experiences. Sensory sensitivity involves a low threshold with passive regulation, often leading to discomfort without avoidance behaviors. Sensory avoiding is defined by a low threshold and active efforts to limit sensory input. Previous Turkish validation studies have demonstrated that the SP is a reliable tool for evaluating sensory processing characteristics in Turkish children⁽¹²⁾.

Social Responsiveness Scale (SRS): SRS developed by Constantino in 2000, is a highly valid and reliable instrument that dimensionally assesses social communication difficulties and autistic traits associated with the autism spectrum⁽¹³⁾. The scale consists of 65 items, with total scores ranging from 0 to 195; higher scores indicate greater severity of social impairment. Although there is no official validity and reliability study for the Turkish version of the SRS, a large-sample study conducted by Ünal et al. involving school-aged children reported high test–retest reliability over a six-month interval⁽¹⁴⁾. Therefore, the scale is widely used in studies within the field of child and adolescent mental health.

Conners Parent Rating Scale: Children's behaviors were evaluated through a standardized parent-reported questionnaire. The instrument includes 48 items scored on a four-point Likert scale and assesses multiple behavioral domains, including attention deficit, hyperactivity, anxiety, conduct problems, and somatic symptoms. Its validity and reliability have been established in previous studies⁽¹⁵⁾.

Child Eating Behaviour Questionnaire (CEBQ): A caregiver-completed questionnaire with 35 items rated on a five-point Likert scale was used to assess eating-related behaviors in children (16). The instrument includes seven subdomains: food responsiveness, emotional overeating, desire to drink, satiety responsiveness, slowness in eating, emotional undereating, and food fussiness. Validation studies have shown that this questionnaire demonstrates acceptable reliability for assessing eating behaviors in Turkish children⁽¹⁷⁾.

Statistical Analysis

Statistical evaluation was performed using SPSS software (version 22.0; IBM Corp., Armonk, NY). Descriptive analyses included mean and standard deviation values for continuous variables and frequency distributions for categorical variables. Due to data distribution and sample size considerations, nonparametric tests were employed. Spearman's correlation was used to examine associations between continuous variables, while the Mann–Whitney U and Kruskal–Wallis tests were applied for group comparisons. As BMI was assessed using clinical classification categories, comparative analyses were used to examine its relationship with selective eating behavior. A p value below 0.05 (two-tailed) was considered statistically significant.

Results

A total of 35 participants were included in the study. The mean age of the participants was 3.63 ± 0.843 . Of the participants, 19 were girls (54.2%) and 16 were boys (45.7%). Five children (14.2%) were born preterm, 29 (82.8%) were born at term, and 1 child (2.8%) was born postterm. Developmental milestones showed that the mean age of walking onset was 12.43 ± 1.357 months, followed by the emergence of first single words at 12.54 ± 1.99 months. Sentence formation skills were observed later, with a mean age of 17.69 ± 2.676 months. Regarding dietary patterns, 28 children (80%) primarily consumed cereals and bread products. Five children (14.2%) mainly consumed meat and egg-based foods, while 2 children (5.7%) predominantly consumed sugary products and processed foods. Based on BMI-for-age classification, 13 children (37.1%) had a BMI SDS below -2 , 13 children (37.1%) had a BMI SDS between -2 and $+2$, and 9 children (25.7%) had a BMI SDS above $+2$ (Table 1).

Assessment of psychiatric comorbidities using the K-SADS-PL interview showed that nearly half of the sample (42.8%, $n = 15$) had at least one comorbid psychiatric condition. Among these children, 22.0% ($n = 8$) had attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD), 11.4% ($n = 4$) had a speech disorder, and 8.5% ($n = 3$) had nocturnal enuresis (Table 1).

Sensory Profile quadrant scores were as follows: low registration 44.00 ± 26.62 , sensory seeking 73.14 ± 27.30 , sensory sensitivity 53.71 ± 20.01 , and sensory avoiding 82.83 ± 30.76 . Sensory processing section scores were 18.91 ± 8.45 for auditory processing, 28.57 ± 13.95 for vestibular processing, 22.94 ± 11.85 for visual processing, 46.06 ± 26.05 for tactile processing, 19.14 ± 6.50 for multisensory processing, 29.06 ± 13.60 for oral sensory processing, and 17.49 ± 10.06 for endurance. The mean total score of the Conners Parent Rating Scale was 11.20 ± 3.70 . Subscale scores were 2.83 ± 1.27 for oppositional behavior, 2.66 ± 1.24 for hyperactivity, 2.31 ± 0.99 for conduct problems, 2.00 ± 0.73 for anxiety, and 1.34 ± 0.91 for somatic complaints. The mean total score of the Social Responsiveness Scale (SRS) was 48.37 ± 15.34 , which was below the clinical cut-off value. However, 20.0% of the children ($n = 7$) had SRS total T-scores of 65 or higher. The Child Eating Behavior Questionnaire (CEBQ) was evaluated using subscale scores rather than a total score. Mean subscale scores were 2.30 ± 0.64 for food responsiveness (CEBQ-FR), 2.34 ± 0.72 for emotional overeating (CEBQ-EO), 2.01 ± 0.68 for desire to drink (CEBQ-DD), 2.33 ± 0.65 for satiety responsiveness (CEBQ-SR), 2.07 ± 0.63 for slowness in eating (CEBQ-SE), 1.76 ± 0.64 for emotional undereating (CEBQ-EU), and 2.40 ± 0.48 for food fussiness (CEBQ-FF).

No statistically significant associations were observed between CEBQ-FF scores and oral sensory processing ($\rho = 0.09$, $p = 0.958$) or tactile sensory processing ($\rho = 0.01$, $p = 0.953$). In addition, food fussiness scores were not significantly associated with behavioral characteristics as measured by the Conners Parent Rating Scale ($\rho = -0.002$, $p = 0.205$). Group comparisons based on SRS cut-off scores demonstrated no statistically significant differences in CEBQ-FF scores between children with SRS total T-scores of 65 or higher and those with scores below 65 ($U = 72$, $p = 0.243$). Similarly, evaluation of food fussiness across BMI categories revealed no statistically significant differences between groups ($H = 0.910$, $p = 0.634$); however, descriptively higher CEBQ-FF scores were observed among children classified as underweight (Table 2).

The correlation analysis did not demonstrate a statistically significant association between CEBQ-EO and Conners scores ($\rho = 0.214$, $p = 0.217$). Likewise, group comparisons based on SRS cut-off scores revealed no statistically significant differences in CEBQ-EO scores between children with SRS total scores ≥ 65 and those with scores < 65 ($U = 81.5$, $p = 0.472$) (Table 3).

Discussion

In this study, psychiatric comorbidities and neurodevelopmental characteristics were examined in children aged 3–5 years who presented to a pediatric gastroenterology clinic due to selective eating behaviors and were subsequently referred to a child psychiatry unit during the clinical evaluation process. The findings suggest that considering selective eating in early childhood solely as a feeding problem may be insufficient, as psychiatric and developmental features may accompany the clinical presentation in a subset of these children. However, the absence of direct and statistically significant associations between selective eating behaviors and multiple domains assessed through psychiatric interviews and standardized scales indicates that selective eating cannot be explained by a single

underlying mechanism or a homogeneous psychopathological pattern. Rather, it appears to represent a clinically heterogeneous phenomenon that should be evaluated within a broader developmental context.

Sensory processing domains were addressed through sensory axes that are frequently discussed in the literature within the context of selective eating behaviors. Clinically relevant sensory domains in children with selective eating include oral sensory processing, tactile characteristics, and sensory avoidance, with taste, smell, and texture sensitivities playing a role in shaping eating behaviors^(18,19). However, in the present study, the absence of statistically significant correlations between levels of food selectivity and oral or tactile sensory processing domains suggests that sensory processing differences alone may be insufficient to explain selective eating behaviors through a singular and linear mechanism. Similarly, the lack of significant associations between sensory profile dimensions and behavioral characteristics indicates that interpreting selective eating behavior solely on the basis of sensory sensitivities may be limited. These findings suggest that sensory processing characteristics may constitute an accompanying substrate for selective eating behaviors in some children; however, due to the multifactorial nature of this relationship, they gain more comprehensive meaning when considered alongside children's developmental characteristics and behavioral regulation processes⁽²⁰⁾.

In the present study, the mean SRS score remaining below the clinical cutoff suggests that the majority of children presenting with selective eating behaviors did not exhibit a prominent autistic profile. However, the finding that approximately one-fifth of the children had total SRS scores of 65 or higher indicates that autistic traits may overlap with eating behaviors in a subset of cases. This finding is consistent with studies reporting associations between selective eating behaviors and neurodevelopmental characteristics; however, the literature emphasizes that this relationship tends to emerge at the trait level rather than at the diagnostic level and in a heterogeneous manner^(21,22). In our study, group comparisons based on the SRS cutoff scores revealed no significant differences in food selectivity, eating-related emotional responses, or body mass index categories, suggesting that autistic traits may not be a direct determinant of the severity of selective eating behaviors. Furthermore, the absence of an ASD diagnosis following psychiatric interviews supports the interpretation that elevated SRS scores reflect neurodevelopmental differences at the level of developmental traits rather than a diagnosable disorder⁽²³⁾. In this context, although selective eating behaviors may co-occur with autistic traits in some children, these findings indicate that in most cases, selective eating should not be considered solely within the framework of a neurodevelopmental disorder but rather evaluated within a broader developmental context.

The overall behavioral characteristics remaining below clinical threshold levels suggest that the majority of children presenting with selective eating behaviors did not exhibit prominent or pervasive behavioral problems. Nevertheless, the presence of children diagnosed with ADHD in the sample indicates that, in some cases, selective eating behaviors should be considered in conjunction with attentional functioning, impulsivity, and behavioral self-regulation. The literature reports that eating behaviors in children with ADHD may be more irregular⁽²⁴⁾; however, this association is not always direct or consistent and appears to be shaped by individual developmental characteristics and environmental factors⁽²⁵⁾.

Study Limitation

The findings should be interpreted cautiously due to certain methodological limitations, particularly the modest sample size, which may have hindered the detection of subtle links between selective eating behavior and related neurodevelopmental or behavioral features. In addition, the absence of a healthy control group limits the ability to determine the specificity of the findings to children with selective eating behavior. The cross-sectional design also precludes causal interpretations. Further research incorporating larger sample sizes, longitudinal approaches, and suitable control groups is warranted to better elucidate the clinical and developmental correlates of selective eating during early childhood.

Conclusion

The absence of significant associations between behavioral symptoms and both food selectivity and eating-related emotional responses in the present study suggests that selective eating in early childhood may emerge independently of overt behavioral problems. These findings support the view that, although selective eating behaviors may co-occur with neurodevelopmental and behavioral characteristics in some children, in most cases they may be more appropriately conceptualized as a developmental feature.

Accordingly, clinical approaches should prioritize functionality and developmental context rather than diagnostic labeling (22). In this regard, a multidisciplinary approach involving pediatric gastroenterology, child psychiatry, and related developmental disciplines may be particularly valuable in the assessment and management of selective eating behaviors. Such an approach allows for the simultaneous consideration of nutritional status, growth parameters, sensory processing characteristics, emotional regulation, and developmental functioning, thereby supporting more comprehensive and individualized clinical interventions.

References:

1. Taylor, C. M., Wernimont, S. M., Northstone, K., & Emmett, P. M. (2015). Picky/fussy eating in children: Review of definitions, assessment, prevalence and dietary intakes. *Appetite*, 95, 349–359. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2015.07.026>
2. Machado, B. C., Dias, P., Lima, V. S., Campos, J., & Gonçalves, S. (2016). Prevalence and correlates of picky eating in preschool-aged children: A population-based study. *Eating Behaviors*, 22, 16–21. <https://doi.org/10.1016/j.eatbeh.2016.03.035>
3. Zimmerman, J., & Fisher, M. (2017). Avoidant/restrictive food intake disorder (ARFID). *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 47(4), 95–103. <https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2017.02.005>
4. Zickgraf, H. F., & Elkins, A. (2018). Sensory sensitivity mediates the relationship between anxiety and picky eating in children/adolescents ages 8–17, and in college undergraduates: A replication and age-upward extension. *Appetite*, 128, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2018.06.013>
5. Kaşak, M., Okumuş, H. G., Çelik, Y. S., et al. (2025). Selective eating and sensory sensitivity in children with ADHD: A comparative study of ARFID symptom profiles. *International Journal of Eating Disorders*, 58(10), 1991–2002.
6. Zickgraf, H. F., Richard, E., Zucker, N. L., & Wallace, G. L. (2022). Rigidity and sensory sensitivity: Independent contributions to selective eating in children, adolescents, and young adults. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 51(5), 675–687. <https://doi.org/10.1080/15374416.2020.1836981>
7. Greer, A. J., Gulotta, C. S., Masler, E. A., & Laud, R. B. (2008). Caregiver stress and outcomes of children with pediatric feeding disorders treated in an intensive interdisciplinary program. *Journal of Pediatric Psychology*, 33(6), 612–620. <https://doi.org/10.1093/jpepsy/jsm076>
8. World Health Organization. (2006). WHO child growth standards. World Health Organization.
9. Kaufman, J., Birmaher, B., Brent, D., et al. (1997). Schedule for affective disorders and schizophrenia for school-age children—Present and lifetime version (K-SADS-PL): Initial reliability and validity data. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 36(7), 980–988. <https://doi.org/10.1097/00004583-199707000-00021>
10. Unal, F., Oktem, F., Cetin Cuhadaroglu, F., et al. (2019). Reliability and validity of the Schedule for Affective Disorders and Schizophrenia for School-Age Children—Present and Lifetime Version, DSM-5 November 2016—Turkish adaptation (K-SADS-PL-DSM-5-T). *Turkish Journal of Psychiatry*, 30(1), 42–50.
11. Dunn, W. (1999). Sensory profile: User's manual. Psychological Corporation.
12. Kayihan, H., Akel, B. S., Salar, S., et al. (2015). Development of a Turkish version of the Sensory Profile: Translation, cross-cultural adaptation, and psychometric validation. *Perceptual and Motor Skills*, 120(3), 971–986. <https://doi.org/10.2466/08.15.PMS.120v13x7>
13. Constantino, J. N., & Gruber, C. P. (2005). Social Responsiveness Scale (SRS). Western Psychological Services.
14. Ünal, S., Güler, A., Dedeoğlu, C., Taşkın, B., & Yazgan, Y. (2009). Social reciprocity in a clinical sample diagnosed with attention-deficit/hyperactivity disorder: A comparison with a control group obtained from a school sample. Poster presentation.
15. Dereboy, F., Şenol, S., Şener, Ş., & Totan, T. (1998). The psychometric properties of the Turkish adaptation of the Conners Parent Rating Scale. *Türk Psikiyatri Dergisi*, 9(2), 110–118.

16. Wardle, J., Guthrie, C. A., Sanderson, S., & Rapoport, L. (2001). Development of the Children's Eating Behaviour Questionnaire. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 42(7), 963–970. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00792>
17. Resul Yılmaz, H. E. Ü. E. (2011). Adaptation study of the Turkish Children's Eating Behavior Questionnaire. *Anatolian Journal of Psychiatry*, 12(4), 287–294.
18. Dovey, T. M., Staples, P. A., Gibson, E. L., & Halford, J. C. (2008). Food neophobia and 'picky/fussy' eating in children: A review. *Appetite*, 50(2–3), 181–193. <https://doi.org/10.1016/j.appet.2007.08.009>
19. Cermak, S. A., Curtin, C., & Bandini, L. G. (2010). Food selectivity and sensory sensitivity in children with autism spectrum disorders. *Journal of the American Dietetic Association*, 110(2), 238–246. <https://doi.org/10.1016/j.jada.2009.10.032>
20. Baraskewich, J., von Ranson, K. M., McCrimmon, A., & McMorris, C. A. (2021). Feeding and eating problems in children and adolescents with autism: A scoping review. *Autism*, 25(6), 1505–1519. <https://doi.org/10.1177/13623613211002046>
21. Tharner, A., Jansen, P. W., Kiefte-de Jong, J. C., et al. (2014). Sensory sensitivity in infancy and picky eating in childhood: A prospective cohort study. *The Journal of Pediatrics*, 164(1), 98–103. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2013.09.007>
22. Taylor, C. M., & Emmett, P. M. (2019). Picky eating in children: Causes and consequences. *Proceedings of the Nutrition Society*, 78(2), 161–169. <https://doi.org/10.1017/S0029665118002586>
23. Bölte, S., Poustka, F., & Constantino, J. N. (2008). Assessing autistic traits: Cross-cultural validation of the Social Responsiveness Scale (SRS). *Autism Research*, 1(6), 354–363. <https://doi.org/10.1002/aur.45>
24. Sha'ari, N., Manaf, Z. A., Ahmad, M., & Rahman, F. N. (2017). Nutritional status and feeding problems in pediatric attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatric International*, 59(4), 408–415. <https://doi.org/10.1111/ped.13155>
25. Cortese, S., Moreira-Maia, C. R., St Fleur, D., Morcillo-Peñalver, C., Rohde, L. A., & Faraone, S. V. (2016). Association between ADHD and obesity: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Psychiatry*, 173(1), 34–43. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2015.15020266>

Presentation ID / Sunum No= 96

Oral Presentation / Sözlü Sunum

ORCID ID: 0000-0002-7495-6721

Torasik Endovasküler Aort Anevrizması Onarımı Sırasında Serebrospinal Sıvı İzlemi ve Drenajı: Olgu Sunumu

433

Dr. Ahmet Deniz Kaya¹, Assoc. Prof. Dr. Ayşe Neslihan Balkaya¹

¹S.B.Ü. Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi

Özet

Giriş: Torasik endovasküler aort onarımı (TEVAR), torasik aort anevrizmalarının tedavisinde minimal invaziv bir yöntemdir. Adamkiewicz arterinin perfüzyonunun korunması, spinal kord iskemisi ve parapleji riskini azaltmada kritik öneme sahiptir. TEVAR sırasında serebrospinal sıvı (SSS) basıncının izlenmesi ve gerektiğinde drenaj uygulanması, bu riski azaltmaya yönelik etkili bir strateji olarak kabul edilmektedir. Bu olguda, ikinci kez TEVAR uygulanacak bir hastada işlem süresince ve sonrasında gerçekleştirilen SSS basıncı takibi ve drenaj yönetimi sunulmuştur. **Olgu Sunumu:** Hipertansiyon ve tip 2 diyabetes mellitus öyküsü bulunan, iki yıl önce TEVAR uygulanmış 64 yaşındaki erkek hastada inen aortada 6 cm'lik anevrizma saptanması üzerine ikinci TEVAR planlandı. İşlem öncesi L3–L4 aralığından SSS drenaj kateteri yerleştirildi ve işlem boyunca SSS basıncı ile invaziv arter basıncı monitörize edildi. Sedoanaljezi midazolam ve fentanil ile sağlandı ve Ramsay sedasyon skoru 3–4 düzeyinde tutuldu. Her drenaj işleminde SSS basıncının en fazla 2 mmHg azaltılması hedeflendi. Perioperatif dönemde MAP ve SSS basınçları stabil seyir gösterdi. Nörolojik defisit gelişmeyen hastada drenaj sistemi 24 saat sonra çıkarıldı ve hasta 4. günde taburcu edildi. **Sonuç:** TEVAR sırasında Adamkiewicz arterinin etkilenmesi nörolojik komplikasyon riskini artırabilir. Bu nedenle SSS basıncının 10–12 mmHg aralığında, ortalama arter basıncının ise ≥ 70 mmHg düzeyinde tutulması önerilmektedir. Özellikle yeniden TEVAR uygulanacak kompleks olgularda, kontrendikasyon yoksa SSS drenajı ve yakın hemodinamik izlem, geri dönüşü olmayan nörolojik komplikasyonların önlenmesine katkı sağlayabilir.

Anahtar Kelimeler: Torasik Endovasküler Aort Anevrizması Onarımı (TEVAR), Serebrospinal Sıvı (SSS), SSS Drenaj Sistemi, Adamkiewicz Arter

Giriş – Amaç:

Torasik endovasküler aort anevrizması onarımı (TEVAR), torasik aort anevrizması için minimal invaziv bir yaklaşımdır(1). Adamkiewicz arter, alt spinal kord ön boynuz perfüzyonunun önemli bir bölümünü sağlar(2). TEVAR sırasında serebrospinal sıvı (SSS) basıncının izlenmesi ve BOS drenajı ile Adamkiewicz arter perfüzyonunun sürdürülmesi sayesinde spinal kord iskemisi ve parapleji riski azaltılabilir(3). Bu olguda, planlanan ikinci bir TEVAR girişimi için işlem sırasında ve sonrasında SSS basıncı ve SSS drenaj takibimizi sunmayı amaçladık.

Olgu:

Tip 2 diyabetes mellitus ve hipertansiyon öyküsü bulunan, yaklaşık iki yıl önce TEVAR uygulanmış 64 yaşındaki erkek hasta, inen aortada 6 cm çaplı anevrizma saptanması üzerine tekrar değerlendirildi. İkinci TEVAR girişimi sırasında hastaya oturur pozisyonda L3–L4 aralığından serebrospinal sıvı drenaj sistemi yerleştirildi. SSS basıncı ve invaziv arter basıncı monitörize edildi.

Tüm işlem süresince aralıklı sedoanaljezi uygulandı (midazolam 0.03 mg/kg ve fentanil 1 µg/kg intravenöz), Ramsay sedasyon skoru 3–4 olacak şekilde sürdürüldü. Her drenaj işleminde SSS basıncının en fazla 2 mmHg azaltılması hedeflendi. TEVAR sırasında ve sonrasında ortalama arter basıncı (MAP) ile SSS basınç değerleri Tablo 1’de gösterilmiştir.

Koagülasyon parametreleri normal olan, nörolojik defisit saptanmayan ve SSS basınçları stabil seyreden hastada SSS drenaj sistemi 24 saat sonra çıkarıldı. Hasta 4. günde taburcu edildi.

Tablo 1. TEVAR sırasında ve sonrasında ortalama arter basıncı ve SSS basınçları

Zaman	Ortalama Arter Basıncı	SSS Basıncı
0. dakika	124 mmHg	17 mmHg
15. dakika	112 mmHg	15 mmHg
30. dakika	99 mmHg	13 mmHg
45. dakika	83 mmHg	12 mmHg
60. dakika	88 mmHg	11 mmHg
İşlem sonrası 1. saat	91 mmHg	12 mmHg
İşlem sonrası 6. saat	88 mmHg	11 mmHg
İşlem sonrası 12. saat	87 mmHg	10 mmHg
İşlem sonrası 24. saat	83 mmHg	11 mmHg

Tartışma – Sonuç:

TEVAR sırasında Adamkiewicz arter etkilenebilir ve nörolojik defisit gelişebilir (4). Amaç, SSS basıncını 10–12 mmHg aralığında ve ortalama arter basıncını ≥ 70 mmHg düzeyinde tutmaktır(5). Bu nedenle inen aort anevrizması bulunan ve planlanan ikinci TEVAR girişimi olan kompleks olgularda, SSS drenaj sistemi yerleştirilmesine kontrendikasyon yoksa, geri dönüşü olmayan majör komplikasyonları önlemek için SSS basıncı ve MAP’in yakın izlenmesini önermekteyiz(6).

Kaynakça

- 1) Hiratzka LF et al. 2010 ACCF/AHA guideline for thoracic aortic disease. *Circulation*. 2010;121:e266-369.
- 2) Griep RB, Griep EB. Spinal cord perfusion and protection during descending thoracic and thoracoabdominal aortic surgery: the collateral network concept. *Ann Thorac Surg*. 2007 Feb;83(2):S865-9; discussion S890-2. doi: 10.1016/j.athoracsur.2006.10.092. PMID: 17257943.
- 3) Safi HJ, Miller CC 3rd. Spinal cord protection in descending thoracic and thoracoabdominal aortic repair. *Ann Thorac Surg*. 1999 Jun;67(6):1937-9; discussion 1953-8. doi: 10.1016/s0003-4975(99)00397-5. PMID: 10391343.

- 4) Scali ST, Wang SK, Feezor RJ, Huber TS, Martin TD, Klodell CT, Beaver TM, Beck AW. Preoperative prediction of spinal cord ischemia after thoracic endovascular aortic repair. *J Vasc Surg.* 2014 Dec;60(6):1481-90.e1. doi: 10.1016/j.jvs.2014.08.103. Epub 2014 Oct 3. PMID: 25282701; PMCID: PMC4252356.
- 5) Hawryluk GWJ, Citerio G, Hutchinson P, Kolias A, Meyfroidt G, Robba C, Stocchetti N, Chesnut R. Intracranial pressure: current perspectives on physiology and monitoring. *Intensive Care Med.* 2022 Oct;48(10):1471-1481. doi: 10.1007/s00134-022-06786-y. Epub 2022 Jul 11. Erratum in: *Intensive Care Med.* 2023 Mar;49(3):384. doi: 10.1007/s00134-023-06977-1. PMID: 35816237.
- 6) Chaudhary O, Sharkey A, Schermerhorn M, Mahmood F, Schaefer M, Bose R, Pannu A, Fatima H, Baribeau Y, Krumm S, Soden P, Thomas A, Cassavaugh J, Rashid R, Matyal R. Protocolized Based Management of Cerebrospinal Fluid Drains in Thoracic Endovascular Aortic Aneurysm Repair Procedures. *Ann Vasc Surg.* 2021 Apr;72:409-418. doi: 10.1016/j.avsg.2020.08.134. Epub 2020 Sep 11. PMID: 32927046.