

Kas-iskelet Sistemi ve Nöromüsküler Bozukluklarda Güncel Fizyoterapi Yaklaşımları



Editör
RECEP AKKAYA



BİDGE Yayınları

Kas-iskelet Sistemi ve Nöromusküler Bozukluklarda Güncel Fizyoterapi Yaklaşımları

Editör: RECEP AKKAYA

ISBN: 978-625-8567-94-6

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 2025-12-25

BİDGE Yayınları

Bu eserin bütün hakları saklıdır. Kaynak gösterilerek tanıtım için yapılacak kısa alıntılar dışında yayıncının ve editörün yazılı izni olmaksızın hiçbir yolla çoğaltılamaz.

Sertifika No: 71374

Yayın hakları © BİDGE Yayınları

www.bidgeyayinlari.com.tr - bidgeyayinlari@gmail.com

Krc Bilişim Ticaret ve Organizasyon Ltd. Şti.

Güzeltepe Mahallesi Abidin Daver Sokak Sefer Apartmanı No: 7/9 Çankaya / Ankara



İÇİNDEKİLER

SKOLYOZUN ORTAYA ÇIKIŞI, DEĞERLENDİRİLMESİ VE MODERN TEDAVİ YAKLAŞIMLARI	1
---	---

BERNA KAYGUSUZUĞLU, AZİZ AKSOY

FASYAL PARALİZDE FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON	29
---	----

FATİH ÖZYURT, SEYDE BÜŞRA KODAK

BAŞ AĞRILARI: TÜRLERİ, ALTA YATAN MEKANİZMALAR VE İLİŞKİLİ ANATOMİK YAPILAR	49
---	----

MUHAMMED İHSAN KODAK

OMUZUN FONKSİYONEL ANATOMİSİ	64
------------------------------------	----

TUBA ZOROĞLU, DERYA ÇINAR

PATELLOFEMORAL AĞRI SENDROMU: BÜTÜNCÜL BİR DEĞERLENDİRME	91
---	----

SİMGE DÖNMEZ

İNMEDE ÜST EKSTREMİTE ETKİLENİMİ VE GÜNCEL FİZYOTERAPİ YAKLAŞIMLARI	122
--	-----

MUSTAFA KAVAK, AYŞE ŞİMŞEK

SKOLYOZ VE TEDAVİ SEÇENEKLERİ	152
-------------------------------------	-----

ABDULLAH SARI, BARIŞ TÜRKER

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYONDA BÜYÜK DİL MODELLERİ TEMELLER, DOĞRULUK VE GÜVENLİ ENTEGRASYON	165
---	-----

ÖMER ALPEREN GÜRSES

ROMATOLOJİK REHABİLİTASYONDA MANUEL TERAPİ VE ORTEZ YAKLAŞIMLARI	172
---	-----

MEHMET HANİFİ KAYA

İNTEROSEPTİF BİLİNÇ VE OTONOM DÜZENLEME:	
--	--

İÇİNDEKİLER

PRANAYAMA’NIN BİYOPSİKOFİZYOLOJİK ETKİLERİ ..	181
<i>AYÇA ARACI, AYÇA ARACI</i>	
MIYOFASIAL AĞRI	219
<i>TURGUT KÜLTÜR</i>	
Kronik Bel Ağrısında Multidisipliner Yaklaşım ve Modern Egzersiz Bilimi	230
<i>MEHMET HANİFİ KAYA</i>	

BÖLÜM 1

SKOLYOZUN ORTAYA ÇIKIŞI, DEĞERLENDİRİLMESİ VE MODERN TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

BERNA KAYGUSUZOĞLU¹
AZİZ AKSOY²

Giriş

Skolyoz, binlerce yıldır tıp uygulayıcılarını rahatsız eden bir sorundur. Vertebral kolonun koronal düzlemde $\geq 10^\circ$ yi aşan lateral deviasyonu ile karakterize, aksiyel rotasyonun eşlik ettiği kompleks, üç boyutlu bir yapısal deformitedir (Lonstein, 1994). Skolyoz çoğu olguda belirgin bir klinik sorun oluşturmaz; ancak bazı hastalarda gözle fark edilebilir postüral deformiteye, buna eşlik eden psikososyal etkilenmeye ve özellikle kaburga kafesi deformasyonuna bağlı gelişebilen solunum fonksiyon bozukluklarına neden olabilmektedir (Tan & ark., 2009). Etyopatogenezine göre skolyoz; vertebral gelişim anomalilerinden kaynaklı konjenital, nöromüsküler hastalıklar ile bağ dokusu bozuklukları veya sistemik sendromlarla ilişkili nöromüsküler skolyoz ve sendromik skolyoz, ergenlik döneminde ortaya çıkan idiyoPATİK skolyoz (AIS) olmak üzere kategorize edilmiştir.

¹ Fizyoterapist, Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliği Anabilimdalı, Orcid: 0009-0004-6433-4621

² Prof. Dr., Malatya Turgut Özal Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimler Fakültesi, Biyomühendislik Bölümü Orcid: 0000-0002-9683-6691

Bu çalışmada skolyozun ortaya çıkışı, tanı süreci ve güncel tedavi yaklaşımları güncel literatür ışığında tanısal süreçlerini, tedavi modalitelerini ve klinik yönetimindeki tartışmalı noktaları sistematik bir yaklaşımla ele almaktadır.

Skolyoz

Skolyoz, yalnızca omurganın yana doğru yer değiştirmesi değil; sagittal, koronal ve aksiyel planların tamamını etkileyen, omurganın yapısal bütünlüğünü bozan kompleks ve üç boyutlu bir deformitedir. Skolyozun Etiyopatogenezi henüz kesin olarak tanımlanamamış olmakla birlikte, mevcut literatür hastalığın çok boyutlu ve multifaktöryel bir mekanizma çerçevesinde geliştiğine işaret etmektedir. 21. yüzyıl ortalarından itibaren skolyoz sadece lateral eğrilik olarak değerlendirilmeyip, üç boyutlu olduğu anlaşılmıştır. Bunun sonucunda skolyoz tedavi biçimlerinde değişiklikler yaşanmıştır (Weinstein et al., 2008). Günümüzde skolyoz ise tedavisi üç boyutlu olarak tedavi edilip klinik bir problem olarak ele alınmaktadır (Vasiliadis et al., 2022).

Skolyoz Sınıflandırılması

Skolyoz sadece cobb açısına göre değerlendirilmez. Etiyoloji, skolyoz başlangıç yaşı, omurga yapısı ve progresyonuna göre farklı tiplere ayrılır. Sınıflandırma tablolarında omurganın yapısal durumu ve altta yatan sebeplerine göre ayrılmaktadır.

Etiyolojik (Nedene Göre) Sınıflandırma

Skolyoz etiyolojik nedenlere bağlı olarak üç gruba ayrılır:

a-) İdiyopatik skolyoz (İS): Omurga aksındaki basit bir kaymanın çok ötesinde; koronal, sagittal ve aksiyel düzlemlerin tamamını içine alan yapısal bir distorsiyon süreci olup, kas iskelet sisteminden solunum kapasitesine kadar geniş bir fizyolojik alanda fonksiyonel gerilemeye yol açar (Dimitrijević, & ark., 2022). Bu skolyoz çeşidi en sık görülen tip olup, belirli bir patolojik nedene bağlanamayan ve

tanı konulma yaşına göre infantil (0-3 yaş), juvenil (4-10 yaş) ve adolesan (10+ yaş) dönem olarak alt dallara ayrılmaktadır (Demir, 2023). Çocuklarda belirgin fiziksel, duygusal ve sosyal dönüşümlerin yaşandığı kritik bir gelişim evresine denk gelmektedir. Hastalığın tanımlanabilir özgül bir altta yatan patolojisi bulunmamaktadır (Tsirikos & García-Martínez, 2023).

Adolesan İdiyopatik Skolyoz (AIS): Çoğunlukla 10–18 yaş aralığındaki bireylerde klinik olarak ortaya çıkan ve Cobb açısının $\geq 10^\circ$ olduğu lateral omurga eğriliği ile tanımlanan, toplumda sık karşılaşılan bir spinal deformite olarak kabul edilmektedir (Jiang & ark., 2025). AIS'nin genel popülasyondaki prevalansının %1-3 civarında değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır (Choudhury & Tsirikos, 2025). (AIS) Hastalığın progresyon riski kız çocuklarında anlamlı derecede yüksektir. Kadın–erkek oranının 1,5:1 ile 3:1 arasında değiştiği bildirilmektedir. Tedavi edilmediği takdirde bu durum ciddi deformitelere ve yaşam kalitesinde belirgin bir bozulmaya neden olabilmektedir. Bu cinsiyetler arası farkın, yaş ilerledikçe ve özellikle adolesan büyüme atağı süresince belirgin biçimde arttığı gösterilmiştir (Konieczny, Senyurt, & Krauspe, 2013). Etiyopatogenezi henüz kesin olarak tanımlanamamış olmakla birlikte, mevcut literatür hastalığın çok boyutlu ve multifaktöryel bir mekanizma çerçevesinde geliştiğine işaret etmektedir. Güncel bulgular; genetik duyarlılık, nöroendokrin regülasyondaki bozulmalar (özellikle melatonin ve leptin aracılı sinyal iletim yolları), vertebral büyümenin asimetrik seyri ve bu morfolojik değişikliklerle birlikte ortaya çıkan anormal biyomekanik yük dağılımlarının karşılıklı etkileşiminin, AIS'nin oluşumu ve progresyonunda belirleyici olduğunu göstermektedir.

b-) Konjenital Skolyoz: Pediatrik spinal deformitelerin yaklaşık %10'unu teşkil eden konjenital skolyoz, omurgadaki segmentasyon veya formasyon hatalarından kaynaklanan, cerrahi ve konservatif yönetim süreçlerinde büyüme potansiyeli ile deformite progresyonu

arasında hassas bir denge gerektiren yapısal bir malformasyondur (Hedequist, 2007). Vertebraların gelişim dönemlerindeki anomalilikler sonucu oluşur. Oluşum ve segmentasyon bozuklukları eğriliğin ilerleyiciğini belirler (Demir,2023).

c-) Nöromuskuler Skolyoz: Nöromusküler skolyoz, temelinde yatan asimetric kas kuvvetleri ve nöral kontrol mekanizmalarındaki bozulmalar nedeniyle sıklıkla pelvik tilt ve oturma dengesinin kaybıyla seyreden, bireyin fonksiyonel bağımsızlığını kısıtlayan karmaşık bir spinal deformitedir (Bane & Luhmann, 2022). Motor kontrol, kas tonusu ve nörolojik işlevleri etkileyen hastalıklara bağılı olarak gelişir. Eğriliğin ilerleme hızı nörolojik durumla ilişkisi vardır (Lloyd, Gardner & Tsirikos, 2025).

d-) Sendromik Skolyoz: Sendromik skolyoz; eşlik eden sistemik bir hastalığın parçası olarak gelişen, geniş bir yelpazedeki genetik ve metabolik bozukluklarla doğrudan ilişkili olan kompleks bir spinal deformitedir. Başta konnektif doku hastalıkları (Marfan, Ehlers-Danlos, Beals) ve kromozomal anomaliler (Down, Prader-Willi) olmak üzere pek çok sendromda spinal tutulum riski, sağlıklı popülasyona kıyasla belirgin bir artış göstermektedir (Gjolaj & ark., 2012).

Etiyolojik açıdan bağ dokusu anomalileri ile genetik bozukluklar şeklinde iki temel sınıfa ayrılan sendromik skolyoz, eşlik ettiği sistemik hastalığın doğası gereği yüksek bir insidans oranına sahiptir. Özellikle konnektif doku yetersizliği veya genetik geçişli sendromlarla ilişkili olan bu spinal eğrilikler, genel popülasyona kıyasla daha agresif bir seyir izleme potansiyeli taşımaktadır (Subramaniam & Venkatesan, 2023).

Eğrilik Paternine Göre Sınıflandırma

Skolyozda eğrilik paternlerinin belirlenmesi, sadece kozmetik bir değerlendirme değil, aynı zamanda spinal instabilitenin ve progresyon riskinin öngörülmesi açısından temel bir parametredir. Özellikle adolesan idiyopatik skolyozda (AİS),

apeksin (eğriliğin tepe noktası) yerleşimine göre yapılan topografik sınıflandırma; servikal, torasik, torakolomber ve lomber paternler olarak standardize edilmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, radyolojik olarak ölçülen Cobb açısı ile gövde asimetrisi (estetik görünüm) arasındaki zayıf korelasyonu vurgulayarak, patern analizinde sadece radyografik verilere değil, klinik estetik parametrelere de odaklanılması gerektiğini savunmaktadır (Negrini, 2025).

Tablo 1 Skolyozda eğrilik paternlerinin sınıflandırılması

Kronolojik Sınıflandırma	Başlangıç Yaşı (Yıl.Ay)	Açısal Sınıflandırma	Cobb Açısı (Derece)	Topografik Sınıflandırma	Apeks / Zirve Noktası (Arası)
İnfanıl (Çocuksu)	0 – 2.9	Hafif (Düşük)	20°'ye kadar	Servikal	– / C6-7 Diski
Juvenil (Genç)	3 – 9.9	Orta (İlman)	21° – 35°	Serviko-torasik	C7 / T1
Adölesan (Ergen)	10 – 17.9	Orta-Şiddetli	36° – 40°	Torasik (Göğüs)	T1-2 Diski / T11-12 Diski
Erişkin (Yetişkin)	18+	Şiddetli (Haşin)	41° – 50°	Torako-lomber	T12 / L1
		Şiddetli-Çok Şiddetli	51° – 55°	Lomber (Bel)	L1-2 Diski
		Çok Şiddetli	56° ve üzeri		

Kaynak: (Negrini, 2025).

Klinik pratikte estetik görünüm skolyoz tedavisinin temel başarı kriterlerinden biri kabul edilmektedir. Hekim değerlendirmesinde standartlaştırılmış ölçütlerin eksikliği, hasta merkezli ve kanıta dayalı bir yaklaşımın önemini daha da artırmaktadır (Bassani, 2025).

Büyüme Potansiyeline Göre Sınıflandırma

Büyüme potansiyeline göre sınıflandırma skolyozda önemli bir yere sahiptir. Özellikle pediatrik olgularda büyüme potansiyel ağrının progresyonunu belirler. Bu potansiyelin belirlenmesinde en yaygın kullanılan yöntem, krsta iliakadaki apofizleşmeyi evreleyen Risser Klasifikasyonu'dur (Risser, 1958). Risser 0-2 arası evreler hızlı büyüme dönemini ve yüksek ilerleme riskini temsil ederken; Risser 4 ve 5 iskeletsel olgunluğun tamamlandığını ve cerrahi dışı tedavilerin etkinliğinin azaldığını gösterir (Risser, 2010). Eğriliğin progresyon (ilerleme) riskini öngörmek ve tedavi zamanlamasını optimize etmek adına kritik bir öneme sahiptir. Bu sınıflandırma, iskelet sisteminin biyolojik olgunluğunu temel alan radyolojik ve klinik parametrelerle yapılandırılmalıdır. son yıllarda daha hassas bir ölçüm aracı olarak Sanders İskeletsel Olgunluk Sistemi (Sanders Skeletal Maturity System) ön plana çıkmıştır (Sanders & ark., 2008). Sanders sistemi, el-bilek radyografilerini kullanarak iskelet yaşını sekiz farklı evreye ayırmakta ve özellikle hızlı büyüme atağı (peak height velocity) dönemini Risser evrelemesine göre daha doğru tahmin etmektedir (Dierauer & ark., 2021).

Klinik değerlendirmede ise Tanner Evrelemesi ve sekonder cinsiyet karakterlerinin gelişimi, iskeletsel olgunlaşma ile korelasyon gösteren temel biyolojik belirteçler olarak kabul edilir. Büyüme potansiyeline dayalı bu çok boyutlu yaklaşım, özellikle korseleme (bracing) ve cerrahi müdahale kararlarının kanıta dayalı bir zemine oturtulmasını sağlar (Tanner, 1970).

Skolyozun Kas-İskelet Sistemi Üzerindeki Fonksiyonel Değişiklikleri

Skolyoz, omurga eğriliğine eşlik eden üç boyutlu postürel bozukluklar nedeniyle lokomotor sistemi bütüncül olarak etkileyen bir deformitedir. Eğrilik yönüne bağlı olarak bazı kas gruplarında

aşırı gerilme ve yüklenme görülürken, karşı tarafta yer alan kaslarda kısalma, kontraksiyon ve atrofi gelişebilmektedir. Özellikle abdominal kaslar, kuadratus lumborum, iliokostal kaslar, iliopsoas, erektör spina ve latissimus dorsi gibi postürü destekleyen kas grupları bu süreçten belirgin şekilde etkilenmektedir. Kas-iskelet sistemindeki bu asimetrik değişiklikler zamanla omurgada torsiyon artışına, intervertebral disklerde yapısal bozulmalara ve vertebral düzeyde patolojik adaptasyonlara yol açmaktadır. Sagittal düzlemdeki normal dizilimin bozulması ise dorsal kifozun azalmasına ve pelvik tilt gelişimine neden olur. Omurga ve kostaların oluşturduğu deformitenin ileri düzeye ulaşması durumunda, kalp ve akciğer gibi torasik organların fonksiyonlarının da olumsuz etkilenebileceği göz ardı edilmemelidir (Erdoğan Gündüz & Gülbahar, 2017).

Skolyozda Klinik Muayene:

Skolyozun klinik muayenesi, sadece omurganın eğriliğini ölçmek değil, hastanın yaşam kalitesini ve hastalığın gelecekteki seyrini anlamak için yapılan kapsamlı bir analizdir. Muayene her zaman "dinlemekle" başlamalıdır. Eğriliğin ne zaman fark edildiği, ağrı olup olmadığı ve ailede benzer bir durumun varlığı sorgulanır. Özellikle ergenlik dönemindeki büyüme hızı, eğriliğin ilerleme riski hakkında hayati ipuçları verir.

Anamnez:

Skolyoz değerlendirmesi, potansiyel etiyolojik faktörlerin tespiti için kapsamlı bir hikaye alımıyla (anamnez) başlatılmalıdır. Bu süreçte; hastanın mevcut semptomları, cerrahi geçmişi ve gelişimsel milatları detaylandırılmalıdır. Özellikle birinci derece akrabalarda spinal deformite öyküsü ve çocukluk dönemi büyüme hızı, tanısal algoritmanın temel bileşenleri olarak ele alınmalıdır.

Skolyozun klinik yönetiminde, özellikle kadın hastaların pubertal gelişim süreçlerinin dökümantasyonu, progresyon (eğriliğin ilerlemesi) risk analizi açısından kritik bir parametredir. Bu bağlamda, puberte başlangıç yaşı ve menarş (ilk menstrüasyon) yaşı, iskelet matürasyonunun ve büyüme potansiyelinin belirlenmesinde temel klinik göstergeler olarak ele alınmalıdır (Lonstein & Carlson, 1984; Tan & ark., 2009).

Aile öyküsü, bireyin spinal deformiteye yatkınlığını belirleyen en güçlü öngörücü faktörlerden biridir. Yapılan epidemiyolojik çalışmalar, birinci derece akrabalarında omurga deformitesi bulunan bireylerde skolyoz prevalansının anlamlı düzeyde yüksek olduğunu kanıtlamaktadır. Genetik geçişin cinsiyet spesifik dağılımı şu verilerle stabilize edilmiştir. Annede skolyoz öyküsünün varlığı, kız çocuklarında deformite görülme oranını %17-19 aralığına yükseltmektedir. Babada skolyoz öyküsünün varlığı, erkek çocuklarında görülme oranını %3-4 seviyesinde artırmaktadır. (Köksal, 2023).

Genetik yatkınlığın gelişimindeki rolünü inceleyen literatürde vakaların ailevi kümelenme eğilimi göstermesi, hastalığın gelişiminde güçlü bir genetik yatkınlık olduğunu desteklemektedir (Weinstein & ark., 2008). Genetik yatkınlığı kanıtlayan meta-analiz sonuçlarına göre, AİS görülme uyumu monozigot ikizlerde %73 iken, dizigot ikizlerde %36'da kalmaktadır. Bu bulgular, çevresel faktörlerden ziyade genetik bileşenlerin baskınlığını vurgulamaktadır (Kesling & Reinker, 1997). Bu bulgu, östrojen reseptör polimorfizmlerinin AİS patogeneziindeki rolünü vurgularken, klinik karar verme süreçlerinde DNA analizinin potansiyel bir araç olduğunu desteklemektedir (Inoue & ark., 2002b).

Yapılan başka bir çalışmada Östrojen reseptörü 1 (ESR1) genindeki XbaI (rs9340799) polimorfizminin skolyoz ile ilişkisi tıp dünyasında tartışmalı bir konu olmuş, ancak geniş çaplı meta-analizler bu polimorfizmin skolyoz gelişimi (predispozisyon) ile doğrudan bir ilişkisi olmadığını ortaya koymuştur (Chen &ark., 2014).

Fizik Muayene

Skolyoz tedavisinde fizik muayene önemli bir yer tutar. Tedaviye yön veren en önemli aşamalardan biridir. Hastalara muayene öncesinde boyu, kilosu, bacak boy uzunluklarının karşılaştırılması, ayak deformitelerinin değerlendirilmesi önemli aşamalarıdır. Bacak boyu kısalığı olan bireyler kısa olan extremitenin altına tabanlık konularak skolyoz grafisi çekilmelidir. Hastaların fizik muayenesi inspeksiyon (gözlem) ile başlar ve muayene esnasında kadınların sporcu sütyeni, iç çamaşırı; erkek bireylerin sadece iç çamaşırı ile kalması istenmektedir.

İnspeksiyon

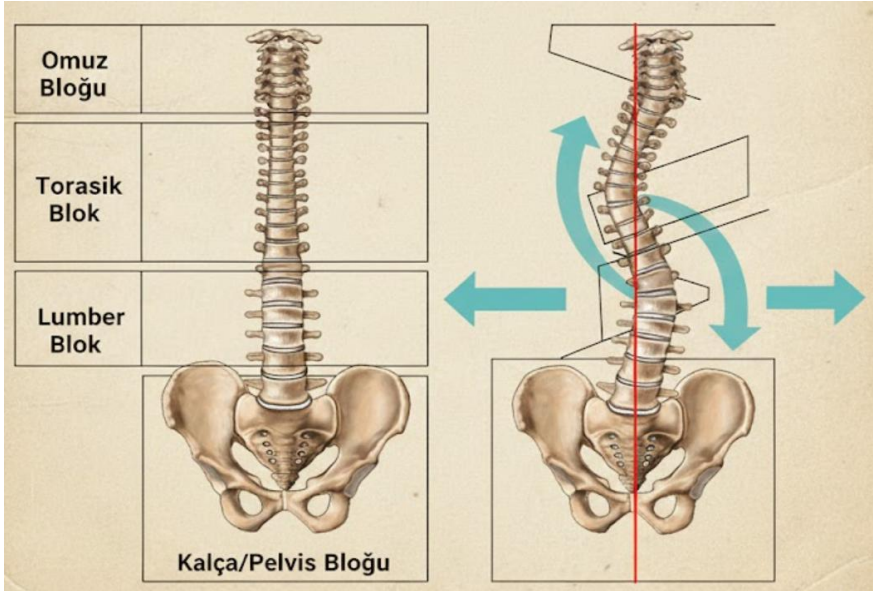
Dermatolojik Muayene: İlk olarak hastanın cilt muayenesi yapılmalıdır. Muayene sırasında nörofibramatöz cilt bulguları spinal kolon defektleri (aşırı tüylenme) belirlenmelidir. Bu cilt bulguları varsa hasta bilgisayarlı tomografi veya manyetik rezonansa yönlendirilmelidir (Akçalı, 2017).

Postür Muayenesi: Cilt muayenesinden sonra postür aynası karşısında ya da postür chart (pano) önünde hasta ayakta, çıplak sırtla ve normal duruşla değerlendirilmelidir. Hasta önden bakıldığında baş- boyun pozisyonu, omuz-klavikula dengesi, meme asimetrisi, pelvisin durumu, göğüs duvar deformitesine bakılmalıdır. Arkadan değerlendirilmesinde skapulalar arası asimetri, bel ile

dirsek mesafeleri, pelvis ve crista iliaklar, hump (kabarık) olan bölgelere bakılmalıdır (Köksal,2023). Hastanın lateral (yan) duruştaki pozisyonunda torakal ve lomber lordozu değerlendirilmelidir.

Schroth Metodu'na göre insan gövdesi; Omuz Bloğu (S), Torasik Blok (T), Lomber Blok (L) ve Pelvik Blok (H) olmak üzere dört ana geometrik segmentten oluşur. İdeal postürde bu bloklar vertikal bir hat üzerinde birbirleriyle tam uyumlu ve simetrik bir dizilim sergilerken, skolyozda bu blokların birbirlerine göre zıt yönlerde translasyonel (yana kayma) ve rotasyonel (dönme) sapmaları gözlenir.

Resim 1 Skolyozun omurga üzerindeki patomekanik etkisi

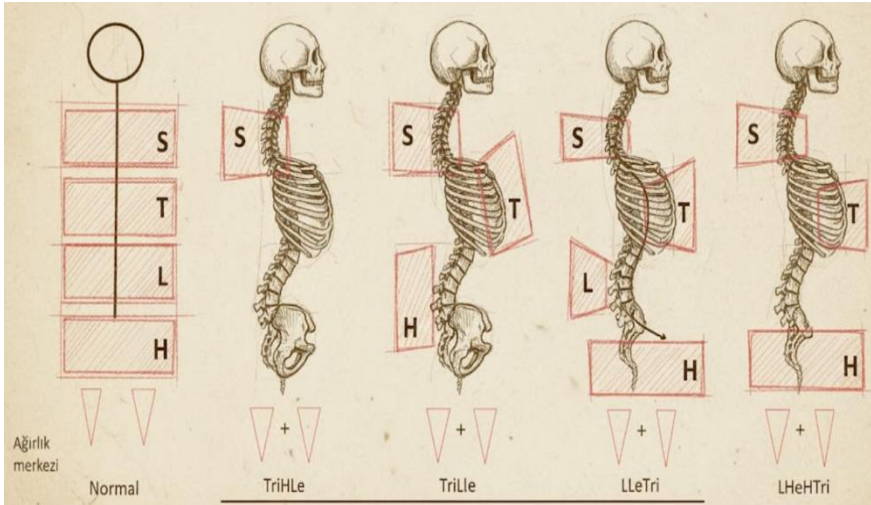


Görselde, skolyozun omurga üzerindeki patomekanik etkisi bloklar arası denge kaybı üzerinden gösterilmektedir. Konveksite tarafına doğru gerçekleşen lateral deviasyon, vücut ağırlık

merkezinin yer değiştirmesine ve segmental asimetriye yol açar. Oklar, deformitenin düzeltilmesi için uygulanması gereken derotasyonel ve lateral düzeltme kuvvetlerinin yönünü temsil eden biyomekanik vektörlerdir.

Lehnert-Schroth tarafından geliştirilen spesifik skolyoz sınıflandırmasına görede;; Ağırlık merkezinin torasik bölge odağında yer değiştirdiği ve pelvik dengenin bu sapmaya uyum sağladığı Torakal Major Eğrilikler (TriHle, TriLle) bölgeler ve Deformitenin primer olarak lumbar bölgede lokalize olduğu ve st segmentlerin kompanse edici bir dizilim sergilediği Lumbar Major Eğrilikler (LleTri, LleHtri) paternleri yansıtan Majör Torakal Eğrilikleri (Lehnert-Schroth, 2007).

Resim 1 Majör Torakal Eğrilikler



S: Omuz Bloğu, T: Torasik Blok, L: Lumbar Blok, H: Pelvik Blok

Görseldeki şemalar, Lehnert-Schroth tarafından geliştirilen spesifik skolyoz sınıflandırmasını yansıtmaktadır.

Adam's Öne Eğilme Testi ve Skolyometre Kullanım

Adam's Öne Eğilme Testi, skolyozun klinik muayenesinde tarihsel ve tıbbi açıdan en prestijli tarama yöntemidir. Bu test, omurganın yana eğilmesine eşlik eden aksiyel rotasyonu ve buna bağlı gelişen kaburga hörgücünü görünür kılar. Skolyoz değerlendirilmesinde en temel ve yaygın kullanılan testtir. Hastanın ayakları bitişik, dizleri düzken öne eğilmesi istenir; kollar serbest bırakılır. Bu pozisyonu sağladığında arkadan yapılan gözlemde kaburga çıkıntısı, bel asimetrisi, bel oluklarındaki düzensizlik kürek kemikleri ya da omuz seviyesinde asimetri gibi bulgulara dikkat edilir (Adams, 1865). Hasta bu pozisyonu korurken skolyometre kullanılarak yer düzlemine göre eğrilik ölçümü yapılabilir. Bu sayede gövde asimetrisi nice olarak değerlendirilebilir; böylelikle tarama veya izlemde objektif veri elde edilmiş olur.

Resim 3 Adam's Öne Eğilme Testi, Skolyometre değerlendirmesi (Ölçümler Fizyoterapist Berna Kaygusuzoğlu'na aittir)



William Adams (1865) tarafından tanımlanan öne eğilme testi, günümüzde skolyometre ölçümleriyle kombine edilerek gövde

rotasyon açısının (ATR) objektif değerlendirilmesinde temel yöntem olarak kabul edilmektedir (Bunnell, 1984; Adams, 1865). ATR ölçümleri ile radyografik cobb açısı arasında orta düzeyde bir korelasyon bulunmaktadır. Literatürde, ATR'nin 5° veya altında olduğu bireylerde radyografik değerlendirme gerek olmadığını 7° veya üzerinde olduğu durumlarda ise radyografik doğrulamanın yapılmasının uygun olduğunu göstermektedir (Côté & ark., 1998; Negrini & ark., 2018). Bazı çalışmalar yaklaşık 7° ATR'nin 20° cobb açısına karşılık geldiğini rapor etmiştir; ancak bireysel farklılıklar ve vücut yapısı ölçümlerin yorumlanmasını etkileyebilir (Samuelsson & ark., 1997). Özellikle fazla kilolu çocuklarda, ATR ölçümü daha düşük çıkmaktadır ve deformite hafife alınabilir. Bu nedenle, skolyometre ile yapılan ölçümlerde vücut kitlesi ve gözlemci standardizasyonu dikkate alınmalıdır (Margalit & ark., 2017). Aşırı kilolu veya obez hastalarda cobb açısı ölçümünde yüksek değerler ortaya çıkmıştır (Goodbody & ark., 2017). Skolyometrenin kullanıcılar arası güvenilirliği değişken olsa da, tarama ve klinik gözlemlerde radyografik görüntüleme sıklığını azaltmak için hala kullanılabilir bir yöntemdir (Côté & ark., 1998).

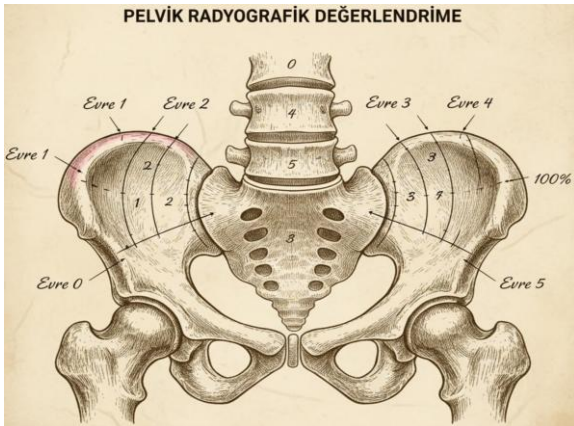
Kılavuzlar, ATR ölçümlerinin tek başına karar vermek için yeterli olmadığını vurgulasada, deformitenin değerlendirilmesinde Adam's testi ve skolyometre ile elde edilen bulgular, büyüme potansiyeli ve gerektiğinde radyografik doğrulama bir arada değerlendirilmelidir (Negrini & ark., 2018).

Palpasyon

Skolyozlu hastalarda fizik muayene inspeksiyonun ardından detaylı palpasyon uygulanmalıdır. Tüm spinöz çıkıntılar tek tek hissedilmeli; eğer palpasyon yapılamıyorsa, bu durumda omurga dizilim bozukluğu veya rotasyonel deformite olasılığı değerlendirilmelidir (Akçalı, 2017). Nörolojik inceleme; kas

kuvveti, duyu, derin tendon refleksi, patolojik refleksi ve derin duyu testlerini kapsamalıdır. Özellikle asimmetrik karın cildi refleksi varlığında; siringomiyeli veya diğer intraspinal anomaliler açısından dikkatli olunmalı ve manyetik rezonans görüntüleme (MRI) ile ayırıcı tanı değerlendirilmelidir (Pereira & ark., 2017). Ayrıca, fizik muayenede nörolojik anomali saptanması veya 10 yaşından önce 20°'den fazla skolyoz varlığında, MRI yapılması önerilmektedir (Heemskerk & ark., 2018). Tedavi planlamasında pubertal dönem ile iskelet olgunluğu önemlidir. Koruyucu tedaviye pubertenin erken döneminde başlanması, terapötik başarıyı artırabilir (Sanders & ark., 2006). Bu nedenle, menarş yaşı, cinsiyete göre cinsel olgunlaşma evreleri, iskelet matüritesi değerlendirilerek büyüme potansiyeli saptanmalıdır. (Tanner, 1962). Risser evrelemesi, özellikle pediatrik ortopedi ve skolyoz yönetiminde, bireyin iskelet matüritesini belirlemek amacıyla kullanılan leğen kemiğinin üst kısmında bulunan büyüme kıkırdığı dıştan içe doğru kemikleşme sürecini temel alır (Risser, 1958).

Resim 4 İskelet matüritesinin değerlendirilmesinde kullanılan Risser evrelemesi



Kaynak: (Risser, 1958).

Radyolojik olarak iliak kanat dört çeyreğe bölünür ve kemikleşme derecesi 0 ile 5 arasında bir skorla ifade edilir. Evre 0, kemikleşmenin henüz başlamadığını ve büyüme potansiyelinin en yüksek olduğu dönemi temsil ederken; Evre 1'den 4'e kadar olan süreç, kıkırdığın kademeli olarak kemiğe dönüşümünü gösterir. Evre 5 ise apofizin iliak kanat ile tamamen kaynaştığını ve iskelet büyümesinin sona erdiğini işaret eder (Risser, 1958). Klinik açıdan bu evreleme, özellikle idiyopatik skolyozun ilerleme riskini tahmin etmede hayati bir rol oynar.

Sanders sınıflaması el grafiplerindeki epifiz kapanmasını 8 evre üzerinden inceleyerek özellikle hızlı büyüme dönemini saptamada Risser'e göre daha duyarlı bulunmuştur (Sanders & ark., 2008). Özellikle erken dönem Risser evrelerinde Sanders sisteminin büyüme potansiyelini daha isabetli yansıtabileceği anlaşılmaktadır. Bu nedenle klinik değerlendirme yapılırken tek bir yöntemle bağlı kalmadan, her iki sınıflamanın birlikte yorumlanması tedavi planlamasının doğruluğunu artırmaktadır.

Skolyoz ve Tedavi

Skolyoz yönetimi temel olarak gözlem, egzersiz, ortez kullanımı ve cerrahi tedaviden oluşan dört ana yaklaşımı içermektedir. Güncel konservatif tedavi anlayışı, özellikle skolyoza özgü egzersiz programları ile korse uygulamalarının birlikte kullanımının etkinliğini vurgulamaktadır. Uygun tedavi seçimi belirlenirken Cobb açısının düzeyi ve eğriliğin ilerleme olasılığı dikkate alınır. Progresyon riskinin öngörülmesinde kullanılan yöntemlerden biri, en büyük eğriliğe ait Cobb açısının, aynı dönemdeki Risser derecesinin üçle çarpılan değerinin çıkarılması ve ortaya çıkan sonucun hastanın kronolojik yaşına bölünmesiyle elde edilen progresyon faktörüdür. Bu değer eğri paternindeki karşılığı,

ilerleme olasılığı hakkında klinisyene yol gösterir (Erđinç Gündüz & Gülbahar, 2017).

Skolyoz için geliştirilen üç boyutlu egzersiz modelleri günümüzde oldukça çeşitlenmiş olup, Schroth, Dobomed, Lyon yöntemleri, Side Shift, SEAS ve FITS gibi farklı metodolojilerle uygulanmaktadır (Negrini & ark., 2018). Bu yaklaşımların ortak amacı, sagittal düzlemde omurganın değerlendirilmesiyle pelvik tilt ve lomber lordozun kontrolünü sağlamak, zayıflamış segmentleri aktive etmek ve özellikle konkav taraftaki çökmenin azaltılmasına katkı sunmaktır (Berdishevsky & ark., 2016). skolyoz rehabilitasyonunda statik düzeltmelerden ziyade dinamik ve fonksiyonel entegrasyona odaklanan yaklaşımların etkinliğini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, üç boyutlu egzersiz modelleri; omurganın segmental kontrolü, kas dengesizliğinin giderilmesi ve solunum mekaniğinin postüral düzeltmeye dahil edilmesi prensiplerine dayanmaktadır (Monticone & ark., 2014). Özellikle sensorimotor eğitimin bu süreçteki rolü, merkezi sinir sisteminde vücut şemasının yeniden programlanmasını sağlayarak postüral farkındalığı artırmakta ve tedavi kazanımlarının günlük yaşam aktivitelerine aktarılmasını fasilite etmektedir (Zheng & ark., 2019).

Skolyoz tedavisinde yaklaşım, eğriliğın derecesi, iskeletsel olgunluk, büyüme hızı ve hastanın yaşam biçimi gibi değişkenlere göre kademeli olarak planlanmalıdır. Hafif ve ileri derecede olmayan eğriliklerde, konservatif tedavi modaliteleri öncelikli tercih olarak ortaya çıkar. Özellikle son yıllarda, korse tedavisi ile birlikte skolyoza özgü fizyoterapi egzersizlerinin (PSSE) kombine edilmesi, yalnız korse ya da yalnız egzersiz yaklaşımına kıyasla daha olumlu sonuçlar verdiği bildirilmektedir. 2022 yılında yayımlanan prospektif bir çalışma, orta dereceli adölesan idiyopatik skolyoz hastalarında PSSE ile birlikte korse kullanımının Scoliosis Research Society (SRS) kriterlerine göre değerlendirildiğini ve bu

kombinasyonun Cobb açısı progresyonunu kontrol altına almakta etkin olduğunu göstermiştir (Karavidas & Tzatzaliaris, 2022). Daha eski ancak yaygın kabul gören randomize kontrollü çalışmalarda da, 3 boyutlu skolyoz-spesifik egzersiz programlarının postür, omurga stabilitesi ve kas kontrolünü iyileştirdiği; deformitenin ilerleme hızını yavaşlattığı rapor edilmiştir (Kuru et al., 2016; Schreiber & ark., 2016). Öte yandan, korse tedavisinin klasik etkisi olan mekanik stabilizasyon, özellikle büyüme çağında (immature iskelette) eğriliğin ilerlemesini durdurmak veya en azından yavaşlatmak bakımından güçlü bir yöntemdir; uzun dönem sonuç veren çalışmalarda korse kullanımının cerrahi ihtiyacını azalttığı görülmüştür (Weinstein & ark., 2013; Negrini & ark., 2018). Bu veriler doğrultusunda, hafif eğrilikler için PSSE-temelli konservatif tedavi, orta dereceli ve progresyon riski taşıyan eğrilikler için ise korse+PSSE kombinasyonu, ileri ve ciddi eğriliklerde ise cerrahi dışı tedavi seçeneği sınırlı kalacak şekilde hasta bazlı planlama ile tedavi stratejisi oluşturulması literatürde desteklenmektedir (Negrini & ark., 2018; Karavidas & Tzatzaliaris, 2022).

Son yıllarda skolyoz değerlendirme süreçlerinde yapay zekâ (AI) uygulamalarının giderek daha görünür bir hale geldiği dikkat çekmektedir (Landauer & Trieb, 2022). Özellikle görüntüleme verilerinin analizinde YZ tabanlı algoritmaların hata payını azaltarak daha standartlaştırılmış bir değerlendirme sunduğunu belirtmektedir. Klasik Cobb açısı ölçümünün gözlemciye bağlı değişkenlik göstermesi, otomatik hesaplama sistemlerine olan ihtiyacı artırmış ve bu amaçla geliştirilen derin öğrenme modelleri klinik pratikte giderek daha fazla yer almaya başlamıştır. Bu sistemler, radyografiler üzerinde vertebra sınırlarını tanımlayarak Cobb açısını otomatik olarak hesaplayabilmekte ve böylece hem ölçüm süresini kısaltmakta hem de klinisyenler arası tutarsızlığı azaltmaktadır (Özkal & Dirlik, 2025).

AI uygulamalarının bir diğ er önemli kullanım alanı, omurganın üç boyutlu yapısının modellenmesidir. Güncel literatür, AI destekli bu sistemlerin klinisyenler arasındaki varyasyonu azalttığını ve özellikle cerrahi planlama süreçlerinde üç boyutlu (3D) rekonstrüksiyon doğruluğunu anlamlı derecede artırdığını göstermektedir (Yang & ark., 2023). Modern spinal görüntüleme stratejilerinde, düşük doz biplanar radyografi sistemleri, hastanın maruz kaldığı iyonize radyasyonu minimize ederken e  zamanlı olarak koronal ve sagittal düzlemlerde tam vücut analizi sunarak altın standart haline gelmiştir (Hui & ark., (2016). Bu teknolojiden elde edilen verilerin yapay zekâ (AI) tabanlı yazılımlar ve derin öğrenme algoritmaları ile işlenmesi; Cobb açısı ölçümü, vertebral rotasyonel analiz ve pelvik parametrelerin otomatik olarak hesaplanmasında manuel ölçümlere kıyasla daha yüksek bir standardizasyon ve hız sağlamaktadır (Hui & ark., (2016).

Skolyoz tanısında hala önemli bir gelişme potansiyeli görüyoruz. Geli tirilmi  görüntü kalitesine sahip MR cihazlarının, dik pozisyonda MR görüntülemenin ve video fonksiyonunun geliştirilmesinin varlığı, gelecek için yüksek beklentiler yaratıyor.şimdilik, yakın gelecek hala yapay zekâ (YZ) olarak adlandırılıyor; çünkü röntgen ve dolayısıyla Cobb açısı otomatik olarak ölçülecek ve böylece muayene edenler arasındaki ölçüm farklılıkları telafi edilecek.  l  m n standardizasyonu, kalite kontrolünün temeli olacaktır (Landauer & Trieb, 2022).

Skolyozda Konservatif Tedavi Korseleme

Adölesan idiyopatik skolyozun konservatif yönetiminde korse tedavisi, yapısal deformitenin progresyonunu engellemede tarihsel bir standart olarak kabul edilmektedir. Ancak güncel kanıtlar, korsenin etkinliğinin tek başına mekanik bir basınç unsuru olmasından ziyade, biyomekanik değişkenlerin ve büyüme

potansiyelinin eş zamanlı yönetildiği bir çerçevede arttığını göstermektedir.

Korse tedavisinin Skolyoz-Spesifik Fizyoterapi Egzersizleri (PSSE) ile entegrasyonu, Cobb açısının kontrol altına alınması ve gövde simetrisinin korunmasında sinerjik bir etki yaratmaktadır.

Aktan-Ilgaz ve arkadaşları (2025), rijit korse kullanımıyla kombine edilen egzersiz temelli yaklaşımların, koronal düzlemdeki eğriliğin yanı sıra aksiyel rotasyonda da (transvers düzlem) anlamlı klinik iyileşmeler sağladığını bildirmektedir (Aktan-Ilgaz & ark., 2025).

Adölesan İdiyopatik Skolyozda (AİS) korse tedavisinin klinik başarısını optimize eden temel değişkenlerden biri kullanım süresidir. Literatürde "doz-yanıt ilişkisi" olarak tanımlanan bu süreçte, günlük 18–23 saatlik kullanım süresi progresyonu önlemede altın standart olarak kabul edilmektedir. Ancak Güç (2023), bu sürenin sadece teorik bir hedef olarak kalmaması gerektiğini, tedavinin sürdürülebilirliği açısından hasta uyumu (compliance) ile korele bir şekilde yönetilmesinin elzem olduğunu vurgulamaktadır.

Tedavi algoritmasında kritik olan bir diğer husus, müdahale zamanlamasının sadece radyolojik Cobb açısı verilerine dayandırılmamasıdır. Güç (2023), biyolojik büyüme potansiyelinin zirvede olduğu Risser 0–1 evrelerini "terapötik fırsat penceresi" olarak tanımlamakta ve bu dönemde uygulanan korse tedavisinin, iskeletsel matürasyonu ilerlemiş hastalara oranla çok daha isabetli ve etkili sonuçlar verdiğini ifade etmektedir (Güç, 2023).

Korse tedavisinin klinik başarısı, biyomekanik verimliliğin ötesinde, hastanın bu süreci psikolojik olarak nasıl içselleştirdiğiyle doğrudan ilişkilidir. İşçi ve Özdemir Görgü (2025) tarafından gerçekleştirilen karma yöntemli çalışma, tedavi etkinliğinin "hasta adaptasyonu" ile

olan kritik bağıny ortaya koymuştur. Günlük yaşam konforu ve psikolojik kabul düzeyi, hastanın korsesini önerilen s relerde kullanıp kullanmayacağını (compliance) belirleyen temel unsurlardır. Bu durum, klinisyenlerin tedavi planlamasında sadece Cobb açısını değil, aile dinamiklerini ve hastanın psikososyal destek gereksinimlerini de birer "tedavi değişkeni" olarak kabul etmelerini zorunlu kılmaktadır (İşçi &  zdemir Görgü, 2025).

Öte yandan, literatürde daha yüksek konfor vaat eden gece korselerine yönelik kanıta dayalı bulgular hala belirsizliğini korumaktadır. Kuru  olak ve arkadaşları (2024) tarafından yapılan sistematik incelemede, gece kullanımına yönelik tasarlanan ortezerlerin, cerrahi gereksinimi azaltma veya progresyonu kontrol etmede tam zamanlı (full-time) korselerin sunduğu güçlü kanıta sahip olmadığı bildirilmiştir. Dolayısıyla, gece korseleri güncel literatürde birinci basamak tedavi yöntemi olmaktan ziyade; düşük progresyon riskli vakalarda veya tam zamanlı korseyi tolere edemeyen hastalarda yaşam kalitesini korumaya yönelik "destekleyici" bir alternatif olarak konumlandırılmaktadır (Kuru  olak & ark., 2024).

Bu değerlendirme, modern skolyoz literatüründeki "cihaz odaklı yaklaşımdan süreç odaklı yaklaşıma" geçişi çok net bir şekilde özetlemektedir. Trofimchuk ve ekibinin (2025) vurguladığı noktalar, biyomekanik potansiyelin ancak yüksek hasta uyumuyla gerçeğe dönüşebileceğini kanıtlar niteliktedir. Trofimchuk ve arkadaşları (2025), rijit korselerin biyomekanik düzeltme kapasitesinin, titiz bir hasta seçimi ve sistematik radyolojik/klinik takip protokolleriyle birleştirildiğinde cerrahiye gidiş oranlarını anlamlı düzeyde azalttığını belirtmektedir (Trofimchuk & ark., 2025). Güncel bulgular tedavinin başarısını belirleyen yegane unsurun korsenin mekanik tasarımı olmadığını; asıl belirleyicinin hastanın günlük

kullanım süresine gösterdiği sadakat ve multidisipliner takip sürecinin sürekliliği olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak; Bu derlemede skolyozun tanımı, sınıflandırılması ve epidemiyolojik özellikleri güncel literatür ışığında değerlendirilmiştir. Bulgular erken tanı ve düzenli takibin eğrilik progresyonunun yönetiminde belirleyici olduğunu göstermektedir. Konservatif tedaviler içinde özellikle üç boyutlu egzersiz yaklaşımlarının, postüral kontrol ve fonksiyonel kapasite üzerinde olumlu etkiler sağladığı rapor edilmiştir. Korselemenin ise uygun hasta seçimiyle birlikte fizyoterapi programlarına entegre edildiğinde daha iyi sonuç verdiği görülmektedir. Genel olarak güncel kanıtlar skolyoz yönteminde bireye özgü değerlendirme ve düzenli takibin temel olduğunu göstermektedir. Uygun şekilde planan konservatif yaklaşımlar, özellikle büyüme dönemindeki hastalarda eğrilik ilerlemesini kontrol etmede ve yaşam kalitesini artırmada etkili görünmektedir. Bu nedenle tedavi sürecinde, klinik bulguları göz önünde tutan ve literatürle uyumlu bütüncül bir yaklaşımın benimsenmesi önem taşımaktadır.

Kaynakça

Adams, W. (1865). *Lectures on the pathology and treatment of lateral and other forms of curvature of the spine*. London, England: J. & A. Churchill.

Akçalı, Ö. (2017). *Adolesan idiyopatik skolyoz* (1. baskı). Ankara: Türk Omurga Derneği Yayınları.

Aktan-İlgaz, D., Sahiner, H., Eraslan, L., Gürşen, C., & Güney Deniz, H. (2025). Effectiveness of bracing combined with exercise-based treatment of adolescent idiopathic scoliosis: Assessing the synergistic benefits. *Prosthetics and Orthotics International*, 228–235.

Bane, T., & Luhmann, S. J. (2022). Predicting the impact of intraoperative halo-femoral traction from preoperative imaging in neuromuscular scoliosis. *Spine Deformity*, 10(3), 679–687.

Bassani, T., Negrini, A., Rampi, M., Parzini, M., & Negrini, S. (2025). Association between trunk aesthetics and underlying scoliosis severity and curve type in adolescents: Evaluation of traditional clinical scores and novel automated indices from rasterstereographic imaging. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61(3), 532-542.

Berdishevsky, H., Lebel, V. A., Bettany-Saltikov, J., Rigo, M., Rivard, C. H., Hresko, A., ... Durmala, J. (2016). Physiotherapy school-specific exercises for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 52(6), 705-725.

Bunnell, W. P. (1984). An objective criterion for scoliosis screening. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 66(9), 1381–1387.

Chen, S., Zhao, L., Roffey, D. M., Phan, P., & Wai, E. K. (2014). Association between the ESR1 -351A>G single nucleotide polymorphism (rs9340799) and adolescent idiopathic scoliosis: A systematic review and meta-analysis. *European Spine Journal*, 23(12), 2586-2593.

Choudhury, Z. B., & Tsirikos, A. I. (2025). The treatment options for patients with an adolescent idiopathic scoliosis. *Orthopaedics and Trauma*, 39(6), 350-361.

Côté, P., Kreitz, B. G., Cassidy, J. D., Dzus, A. K., & Martel, J. (1998). A study of the diagnostic accuracy and reliability of the scoliometer and Adam's forward bend test. *Spine*, 23(7), 796–802.

Demir, F. G. Ü. (2023). Skolyoz sınıflaması. *Journal of Anatolian Medical Research*, 8(1), 1-13.

Dierauer, S., Heidt, C., Kayser, R., & Mansour, M. (2021). Comparison of Sanders and Risser classification in predicting scoliosis progression. *European Spine Journal*, 30(12), 3560–3566.

Dimitrijević, V., Šćepanović, T., Jevtić, N., Rašković, B., Milankov, V., Milosević, Z., ... Drid, P. (2022). İdiyopatik skolyoz tedavisinde Schroth yönteminin uygulanması: Sistematik bir inceleme ve meta-analiz. *Uluslararası Çevre Araştırmaları ve Halk Sağlığı Dergisi*, 19(24), 16730.

Erdoğan Gündüz, N., & Gülbahar, S. (2017). Adölesan idiyopatik skolyozda egzersiz tedavisi. Ö. Akçalı (Ed.), *Adölesan idiyopatik skolyoz içinde* (ss. xx–xx). Ankara: Türk Omurga Derneği / Rekmay Yayıncılık.

Gjolaj, J. P., Sponseller, P. D., Shah, S. A., Samdani, A. F., Newton, P. O., Clements, D. H., & Betz, R. R. (2012). Spinal deformity correction in Marfan syndrome versus adolescent idiopathic scoliosis: Learning from the differences. *Spine*, 37(18), 1558–1565.

Goodbody, C. M., Sankar, W. N., & Flynn, J. M. (2017). Presentation of adolescent idiopathic scoliosis: The bigger the kid, the bigger the curve. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 37(1), 41–46.

Güç, A. A. (2023). Skolyozun konservatif tedavisinde korseleme. *Journal of Anatolian Medical Research*, 8(1), 33-40.

Hedequist, D. J. (2007). Surgical treatment of congenital scoliosis. *Orthopedic Clinics of North America*, 38(4), 497-509.

Heemskerk, J. L., Kruyt, M. C., Colo, D., Castelein, R. M., & Kempen, D. H. (2018). Prevalence and risk factors for neural axis anomalies in idiopathic scoliosis: A systematic review. *The Spine Journal*, 18(7), 1261–1271.

Hui, S. C., Pui, M. H., Guo, J. Y., Chu, W. C., Cheng, J. C., & Lam, T. P. (2016). Radiation dose of digital radiography (DR) versus micro-dose EOS on patients with adolescent idiopathic scoliosis: 19-month follow-up. *European Spine Journal*, 25(12), 4022-4027.

Inoue, M., Minami, S., Nakata, Y., Kitahara, H., Otsuka, Y., Isobe, K., ... Moriya, H. (2002). Association between estrogen receptor gene polymorphisms and curve severity of idiopathic scoliosis. *Spine*, 27(21), 2357-2362.

İşçi, H., & Özdemir Görgü, S. (2025). Understanding bracing outcomes in adolescents with idiopathic scoliosis: A mixed-methods approach. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, 6, 1625736.

Jiang, H. T., Chen, J. Y., Wu, F. Z., Chen, S. J., Wang, W. Q., & Wu, M. J. (2025). Preliminary study on the treatment of prepubescent adolescent idiopathic scoliosis with Schroth exercises combined with core exercises. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, 6, 1586538.

Karavidas, N., & Tzatzaliaris, D. (2022). Brace and physiotherapeutic scoliosis-specific exercises (PSSE) for adolescent idiopathic scoliosis (AIS) treatment: A prospective study following Scoliosis Research Society (SRS) criteria. *Archives of Physiotherapy*, 12(1), 22.

Kesling, K. L., & Reinker, K. A. (1997). Scoliosis in twins: A meta-analysis of the literature and report of six cases. *Spine*, 22(17), 2009-2014.

Konieczny, M. R., Senyurt, H., & Krauspe, R. (2013). Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis. *Journal of Children's Orthopaedics*, 7(1), 3-9.

Köksal, M. (2023). Skolyoz klinik muayenesi. *Journal of Anatolian Medical Research*, 8(1), 14-20.

Kuru Çolak, T., Dereli, E. E., Akçay, B., Apti, A., & Lasa Maeso, S. (2024). The efficacy of night bracing in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: A systematic review. *Journal of Clinical Medicine*, 13(13), 3661.

Kuru, T., Yeldan, İ., Dereli, E. E., Özdiñçler, A. R., Dikici, F., & Çolak, İ. (2016). The efficacy of three-dimensional Schroth exercises in adolescent idiopathic scoliosis: A randomised controlled clinical trial. *Clinical Rehabilitation*, 30(2), 181–190.

Landauer, F., & Trieb, K. (2022). Scoliosis: Brace treatment – From the past 50 years to the future. *Medicine*, 101(37), e30556.

Lehnert-Schroth, C. (2007). *Three-dimensional treatment for scoliosis: A physiotherapeutic method for deformities of the spine* (P. Knott & L. Weiss, Trans.). Palo Alto, CA: The Martindale Press. (Orijinal çalışma 1973'te basılmıştır).

Lloyd, A. P., Gardner, A., & Tsirikos, A. I. (2025). Neuromuscular scoliosis: The why and the how of diagnosis and treatment. *Orthopaedics and Trauma*, 39(6), 402-411.

Lonstein, J. E. (1994). Adolescent idiopathic scoliosis. *Lancet*, 344(8934), 1407-1412.

Lonstein, J. E., & Carlson, J. (1984). The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 66(7), 1061-1071.

Margalit, A., McKean, G., Constantine, A., Thompson, C. B., Lee, R. J., & Sponseller, P. D. (2017). Body mass hides the curve: Thoracic scoliometer readings vary by body mass index value. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 37(4), e255–e260.

Monticone, M., Ambrosini, E., Cazzaniga, D., Rocca, B., & Ferrante, S. (2014). Active self-correction and task-oriented exercises reduce spinal deformity and improve quality of life in subjects with mild adolescent idiopathic scoliosis. *European Spine Journal*, 23(6), 1204-1214.

Negrini, S., Donzelli, S., Aulisa, A. G., Czaprowski, D., Schreiber, S., de Mauroy, J. C., ... Zaina, F. (2018). 2016 SOSORT guidelines: Orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis and Spinal Disorders*, 13(1), 1-48.

Negrini, S., Negrini, F., Febbo, F., Jurenaite, G., Pulici, C., Zaina, F., & Negrini, A. (2025). The “Idiopathic Scoliosis Graphical Representation of Worsening Trend of Natural History” (IS-GROWTH) communication tool. *European Spine Journal*, 1-11.

Özkal, B., & Dirlik, G. N. (2025). Adolescent idiopathic scoliosis: Current approaches and treatment options. *Acta Medica Alanya*, 9(2), 148-155.

Pereira, E., Oxenham, M., & Lam, K. (2017). Intraspinous anomalies in early-onset idiopathic scoliosis. *The Bone & Joint Journal*, 99(6), 829–833.

Risser, J. C. (1958). The iliac apophysis; an invaluable sign in the management of scoliosis. *Clinical Orthopaedics*, 11, 111–119.

Risser, J. C. (2010). Classic: The iliac apophysis: An invaluable sign in the management of scoliosis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 468(3), 646–653.

Samuelsson, L., Jonsson, K., & Strömquist, B. (1997). Trunk rotation in scoliosis: Influence of curve type and magnitude. *Acta Orthopaedica*.

Sanders, J. O., Browne, R. H., Cooney, T. E., Finegold, D. N., McConnell, S. J., & Margraf, S. A. (2006). Correlates of the peak height velocity in girls with idiopathic scoliosis. *Spine*, 31(21), 2289–2295.

Sanders, J. O., Khoury, J. G., Kishan, S., Browne, R. H., Mooney, J. F., 3rd, Arnold, K. D., ... Finegold, D. N. (2008). Predicting scoliosis progression from skeletal maturity: A simplified classification during adolescence. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 90(3), 540–553.

Schreiber, S., Parent, E. C., Khodayari Moez, E., Hedden, D. M., Hill, D. L., Moreau, M. J., ... Southon, S. C. (2016). Schroth physiotherapeutic scoliosis-specific exercises added to the standard of care. *PLOS ONE*, 11(12), e0168746.

Subramaniam, M. H., & Venkatesan, M. (2023). Syndromic scoliosis. B. Zacharia, S. D. C. Raja, & N. KV (Eds.), *Paediatric scoliosis içinde* (ss. 337–350). Singapore: Springer.

Tan, K. J., Moe, M. M., Vaithinathan, R., & Wong, H. K. (2009). Curve progression in idiopathic scoliosis: Follow-up study to skeletal maturity. *Spine*, 34(7), 697–700.

Tanner, J. M. (1970). Growth and development at adolescence. *Endokrinologie der Entwicklung und Reifung içinde* (ss. 117–130). Berlin: Springer.

Trofimchuk, V., Atepileva, A., Karibzhanova, D., Syzdykov, A., Kulmagambetov, M., & Zhetpisbaeva, G. (2025). Conservative treatment of adolescent idiopathic scoliosis: The effectiveness of rigid bracing. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 20, 464.

Tsirikos, A. I., & García-Martínez, S. (2023). Long-term health-related quality of life (QOL) after paediatric spinal deformity surgery. *Journal of Clinical Medicine*, 12(22), 7142.

Vasiliadis, E. S., Grivas, T. B., & Kaspiris, A. (2022). A historical perspective of the management of scoliosis. *Journal of Clinical Practice and Research*, 44(4), 439–446.

Weinstein, S. L., Dolan, L. A., Cheng, J. C., Danielsson, A., & Morcuende, J. A. (2008). Adolescent idiopathic scoliosis. *The Lancet*, 371(9623), 1527-1537.

Weinstein, S. L., Dolan, L. A., Wright, J. G., & Dobbs, M. B. (2013). Effects of bracing in adolescents with idiopathic scoliosis. *The New England Journal of Medicine*, 369(16), 1512-1521.

Yang, J., Lin, Y., Wang, L., Huang, Z., Li, Y., & Chen, J. (2023). Comparison of AI-assisted and manual measurement of radiographic parameters in adolescent idiopathic scoliosis. *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*, 18(1), 45.

Zheng, Y., Dang, Y., Wu, X., Yang, Y., Reinhardt, J. D., He, C., & Wong, M. S. (2019). Clinical effectiveness of a novel spinal rejuvenation exercise program on adolescent idiopathic scoliosis. *Medicine*, 98(1), e13835.

BÖLÜM 2

FASYAL PARALİZDE FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON

1. Fatih ÖZYURT¹

2. Seyde Büşra KODAK²

Giriş

Fasyal paralizi, yedinci kraniyal sinir olan fasiyal sinirin santral veya periferik düzeyde etkilenmesi sonucunda yüz kaslarında istemli motor fonksiyon kaybı ile karakterize klinik bir tablodur. Yüz mimik kaslarının fonksiyon kaybı; konuşma, çiğneme, yutma, göz koruması ve duygusal ifadelerin iletimi gibi temel biyopsikososyal işlevleri doğrudan etkileyerek bireyin yaşam kalitesinde belirgin azalmaya yol açmaktadır.

Fasyal sinir yalnızca motor innervasyondan sorumlu olmayıp; tat duyusu, lakrimasyon ve salivasyon gibi otonom fonksiyonlara da katkı sağlamaktadır. Bu nedenle fasyal paralizi,

¹ Arş. Gör., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Orcid:0000-0002-0201-9798

² Öğr. Gör., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri Yüksekokulu, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Orcid:0000-0003-2226-6056

motor kayıpların yanı sıra duyuşal ve otonom bozuklukların eşlik edebildiğı çok boyutlu bir klinik durum olarak ele alınmalıdır.

Fasyal paralizinin en sık görülen formu idiyopatik periferik fasyal parali (Bell paralizisi) olup, tüm olguların yaklaşık %60–75'ini oluşturmaktadır. Bununla birlikte travmatik, enfeksiyöz, tümöral, vasküler ve iatrojenik nedenlere bağı gelişen olgular da klinik pratikte önemli bir yer tutmaktadır. Etiyolojik çeşitlilik, tanı ve tedavi yaklaşımlarında multidisipliner bir bakış açısını gerekli kılmaktadır.

Fasyal parali, akut dönemde fonksiyonel kayıplara yol açmasının yanı sıra kronik dönemde sinkinezi, kontraktür ve yüz asimetrisi gibi kalıcı sekellerle sonuçlanabilmektedir. Bu durum, erken tanı ve uygun tedavi stratejilerinin önemini artırmaktadır. Özellikle rehabilitasyon yaklaşımları, sinir rejenerasyonunun desteklenmesi, kas fonksiyonlarının yeniden kazandırılması ve komplikasyonların önlenmesi açısından temel bir role sahiptir.

Bu kitap bölümünde fasyal parali; anatomik, fizyolojik ve patofizyolojik temelleriyle ele alınacak, etiyoloji, klinik bulgular, değerlendirme yöntemleri ve tedavi yaklaşımları güncel literatür ışığında ayrıntılı olarak incelenecektir. Ayrıca fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarının yeri ve önemi vurgulanarak, klinik pratiğe yönelik kanıta dayalı öneriler sunulacaktır (Vlastou, 2006).

Fasiyal Sinirin Anatomisi

Fasiyal sinir (Nervus facialis), yedinci kranial sinir olup temel olarak yüz mimik kaslarının motor innervasyonundan sorumludur. Bununla birlikte tat duyusu, lakrimasyon ve salivasyon gibi duyuşal ve otonom fonksiyonları da içermesi nedeniyle karma bir sinir özelliğı taşımaktadır. Fasiyal sinirin anatomik seyri, fasyal paralizinin klinik bulgularını ve lezyon lokalizasyonunu anlamada kritik öneme sahiptir.

Fasiyal sinirin motor çekirdeği ponsun kaudal bölümünde yer almaktadır. Bu çekirdekten çıkan lifler, abducens sinir çekirdeği etrafında dolaşarak internal genuyu oluşturur ve daha sonra ventrolateral yönde ilerler. Motor çekirdeğe ek olarak, tat duyusundan sorumlu lifler nucleus tractus solitarius ile; lakrimal ve tükürük bezlerinin otonom innervasyonu ise nucleus salivatorius superior ile ilişkilidir.

Santral sinir sistemi düzeyindeki bu çekirdek organizasyonu, santral ve periferik fasyal paralizi ayrımının klinik temelini oluşturmaktadır. Özellikle üst yüz kaslarının bilateral kortikal innervasyonu, santral lezyonlarda alın kaslarının korunmasını açıklamaktadır.

Fasiyal sinir, pons ile bulboPontin bileşke seviyesinden beyin sapını terk eder ve vestibulokoklear sinir ile birlikte internal akustik meatusa girer. Bu anatomik yakınlık, vestibüler veya işitsel semptomların fasyal paraliziye eşlik edebilmesini açıklamaktadır.

Temporal kemik içerisinde fasiyal sinir üç ana segmentten oluşur: labirentin segment, timpanik segment ve mastoid segment. Labirentin segment, sinirin en dar bölümü olup ödem ve iskemiye en duyarlı kısımdır. Bu özellik, Bell paralizisinin patofizyolojisinde önemli bir rol oynamaktadır.

Genikulat ganglion düzeyinde greater petrosal sinir ayrılarak lakrimal bezin parasempatik innervasyonunu sağlar. Bu bölgedeki lezyonlar, göz kuruluğu gibi otonom semptomlarla kendini gösterebilir.

Fasiyal sinir, yüz mimik kaslarının tamamına yakınını innerve ederek yüz ifadelerinin oluşmasını sağlar. Bu kasların fonksiyonel değerlendirilmesi, fasyal paralizi sonrası ortaya çıkan motor kayıpların anlaşılması ve rehabilitasyon hedeflerinin belirlenmesi açısından kritik öneme sahiptir (Tablo 1).

Tablo 1 Fasiyal Sinirin İnnerve Ettiği Kaslar

Kas	Temel Fonksiyon	Fasiyal Paralizi Sonrası Klinik Bulgular	Klinik Değerlendirme Görevi
Frontalis	Kaş kaldırma, alın kırıştırma	Alın kırışıklıklarının silinmesi, kaş kaldıramama	Kaşlarını kaldırması istenir
Corrugator supercilii	Kaşları çatma	Kaş çatma kaybı, alın mimiklerinde zayıflık	Kaşlarını çatması istenir
Orbicularis oculi	Göz kapama, göz kırpma	Lagoftalmi, göz kırpma azalması	Gözlerini sıkıca kapaması istenir
Nasalis	Burun kanatlarını hareket ettirme, burun kırıştırma	Burun kanadı hareket kaybı, nazolabial oluğun silinmesi	Burnunu kırıştırması istenir
Zygomaticus major/minor	Gülme, ağız köşesini yukarı çekme	Gülme sırasında yüz asimetrisi, ağız köşesi düşüklüğü	Gülümsemesi istenir
Levator labii superioris	Üst dudağı kaldırma	Üst dudak hareket kısıtlılığı	Dişlerini göstermesi istenir
Orbicularis oris	Dudak kapama, büzme, üfleme	Islık çalamama, sıvı tutamama	Dudak büzmesi ve üflemesi istenir
Buccinator	Yanak stabilitesi, gıda kontrolü, üfleme	Yanakta gıda birikimi, üfleme zayıflığı	Yanaklarını şişirmesi istenir
Depressor anguli oris	Ağız köşesini aşağı çekme	Ağız köşesi kontrol kaybı, konuşma bozukluğu	Ağız köşelerini aşağı çekmesi istenir
Depressor labii inferioris	Alt dudağı aşağı çekme	Alt dudak asimetrisi	Alt dudağını indirmesi istenir
Platysma	Boyun derisini germe, alt yüz mimikleri	Boyun derisinde gevşeklik, alt	Boynunu germesi istenir

		yüz mimik kaybı	
--	--	-----------------	--

Fasyal Sinirin Fizyolojisi

Fasiyal sinirin fizyolojik fonksiyonları; motor, duyuşal ve otonom bileşenlerden oluşan karmaşık bir organizasyon göstermektedir. Bu çok yönlü yapı, fasiyal paralizi tablosunda yalnızca mimik kaslarında güçsüzlük değil, aynı zamanda tat duyusu ve bez fonksiyonlarına ilişkin bozuklukların da ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Fasiyal sinirin temel motor görevi, yüz mimik kaslarının innervasyonunu sağlamaktır. Bu kaslar; alın kırıştırma, göz kapama, dudak büzme, gülme ve yüz ifadelerinin oluşturulmasında rol oynar. Motor lifler, pons düzeyindeki fasiyal motor çekirdekten köken alır ve periferde her bir mimik kasına özgü fonksiyonel dağılım gösterir.

Üst yüz kasları (frontalis ve orbicularis oculi) bilateral kortikal innervasyon alırken, alt yüz kasları ağırlıklı olarak kontralateral kortikal kontrol altındadır. Bu fizyolojik özellik, santral fasiyal paralizide alın kaslarının korunması ve alt yüz kaslarında belirgin güçsüzlük görülmesini açıklamaktadır.

Fasiyal sinirin duyuşal bileşeni, esas olarak chorda tympani aracılığıyla dilin ön iki-üçte birlik kısmından tat duyusunun taşınmasından sorumludur. Tat duyusuna ait afferent lifler, nucleus tractus solitarius ile bağlantılıdır. Bu yolaktaki hasarlar, fasiyal paraliziye tat duyusunda azalma veya kayıp eşlik etmesine neden olabilir.

Fasiyal sinir, parasempatik lifler aracılığıyla lakrimal bez, submandibular ve sublingual tükürük bezlerinin sekresyonunu düzenler. Nucleus salivatorius superior'dan çıkan lifler, genikulat ganglion düzeyinde dallanarak hedef bezlere ulaşır. Bu liflerin

etkilenmesi durumunda göz kuruluğu, ağız kuruluğu ve buna bağıli sekonder komplikasyonlar gelişebilir (Ottaiano et al., 2023).

Fasyal Paralizinin Sınıflandırılması

Santral fasyal paralizi, fasyal sinirin kortikobulber yollarının etkilenmesi sonucunda ortaya çıkar ve genellikle serebrovasküler olaylar, beyin tümörleri veya travmatik beyin hasarları ile ilişkilidir. Bu tip paralizde, alın ve göz çevresi kaslarının çoğunlukla korunması dikkat çekicidir. Bunun temel nedeni, üst yüz kaslarının bilateral kortikal innervasyon almasıdır. Klinik olarak ağız köşesinde düşme ve alt yüz kaslarında belirgin asimetri gözlenir.

Periferik fasyal paralizi, fasyal sinirin çekirdek sonrası seyrinin herhangi bir düzeyinde meydana gelen lezyonlara bağıli olarak gelişir. En sık görülen formu idiyopatik periferik fasyal paralizi (Bell paralizisi) olup, tüm yüz yarısında motor kayıp ile karakterizedir. Alın kasları da etkilenir ve göz kapanması belirgin şekilde bozulur (Gaber et al., 2022).

Etiyoloji

Fasyal paralizinin etiyoijisi oldukça geniştir ve farklı patolojik süreçler fasyal sinirin değışik düzeylerinde hasara yol açabilmektedir. Etiyolojik faktörlerin doğıru şekilde belirlenmesi, uygun tedavi yaklaşımının seçilmesi ve prognozun öngörölmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Bell paralizisi, nedeni kesin olarak ortaya konulamayan periferik fasyal paralizi formu olup en sık görülen etiyolojik grubu oluşturmaktadır. Patofizyolojisinde, fasyal sinirin temporal kemik içerisindeki dar kanalında gelişen ödem ve buna bağıli iskemi önemli rol oynamaktadır. Herpes simpleks virüs tip 1 başta olmak üzere viral reaktivasyonun tetikleyici faktör olabileceğı öne sürölmektedir. Bell paralizisi genellikle ani başlangıçlıdır ve semptomlar kısa sürede maksimum düzeye ulaşır. Erken dönemde başlanan tedavi ile

hastaların büyük bir kısmında tam veya tama yakın iyileşme sağlanabilmektedir.

Fasyal paralizide yol açabilen enfeksiyöz etkenler arasında viral, bakteriyel ve nadiren fungal enfeksiyonlar yer almaktadır. Herpes zoster otikus (Ramsay Hunt sendromu), fasyal paralizide eşlik eden kulak ağrısı ve veziküler döküntülerle karakterizedir ve prognozu Bell paralizisine kıyasla daha kötüdür. Lyme hastalığı ve orta kulak enfeksiyonları da periferik fasyal paralizisi nedenleri arasında sayılmaktadır.

Kafa travmaları, temporal kemik kırıkları ve doğum travmaları fasyal sinirde hasara yol açabilmektedir. Travmatik fasyal paralizisi, sinirin direkt hasarı veya ödem, hematoma gibi sekonder mekanizmalarla gelişebilir. Lezyonun şiddeti ve sinirin bütünlüğü, klinik seyri belirleyen temel faktörlerdir.

Fasyal sinirin seyri boyunca yerleşim gösteren benign veya malign tümörler, sinir üzerinde baskı oluşturarak fasyal paralizide neden olabilir. Akustik nörinom, parotis bezi tümörleri ve meningiomlar bu grupta yer almaktadır. Tümöral nedenlerde paralizisi genellikle yavaş ve progresif bir seyir gösterir.

Serebrovasküler olaylar, özellikle beyin sapını etkileyen iskemik veya hemorajik lezyonlar santral fasyal paralizide yol açabilir. Vasküler nedenlere bağlı paralizilerde genellikle eşlik eden nörolojik bulgular mevcuttur.

Otolojik ve maksillofasiyal cerrahiler sırasında fasyal sinirin zedelenmesi sonucu iatrojenik fasyal paralizisi gelişebilir. Cerrahiye bağlı oluşan paralizilerde erken tanı ve uygun müdahale, fonksiyonel iyileşme açısından kritik öneme sahiptir.

Diabetes mellitus, sarkoidoz, multipl skleroz ve Guillain-Barré sendromu gibi sistemik veya nörolojik hastalıklar fasyal paralizisi ile ilişkili olabilmektedir. Bu olgularda altta yatan hastalığın

kontrolü, tedavi sürecinin temel bileşenini oluşturmaktadır (Hohman & Hadlock, 2014).

Patofizyoloji

Fasyal paralizinin patofizyolojisi, fasiyal sinirin maruz kaldığı hasarın tipi, süresi ve lokalizasyonuna bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Klinik tablonun şiddeti ve iyileşme potansiyeli, sinirde meydana gelen yapısal ve fonksiyonel değişikliklerle yakından ilişkilidir. Bu süreçlerin anlaşılması, tedavi ve rehabilitasyon yaklaşımlarının doğru planlanması açısından temel öneme sahiptir.

Fasyal paralizde sinir hasarı; kompresyon, iskemi, inflamasyon, travma veya direkt sinir kesisi gibi farklı mekanizmalarla ortaya çıkabilir. Özellikle temporal kemik içerisindeki dar fasiyal kanal, sinirin ödem gelişimine karşı duyarlı olmasına neden olur. Gelişen intranöral ödem, kapalı kompartman etkisi yaratarak sinir iletimini bozar.

İnflamatuvar süreçlere bağlı olarak fasiyal sinirde gelişen ödem, perinöral basıncı artırarak mikrosirkülasyonu olumsuz etkiler. Bu durum sinirde iskemiyeye yol açar ve aksiyon potansiyelinin iletimini engeller. Bell paralizisinde ödem ve iskemi, patofizyolojik sürecin temel bileşenleri olarak kabul edilmektedir.

Sinir hasarının şiddetine bağlı olarak demiyelinizasyon veya aksonal dejenerasyon gelişebilir. Hafif olgularda iletim bloğu ve demiyelinizasyon ön plandayken, ağır olgularda Wallerian dejenerasyon görülür. Aksonal hasar varlığında iyileşme süresi uzamakta ve sekellerin görülme olasılığı artmaktadır.

Fasiyal sinirin rejenerasyonu, Schwann hücreleri tarafından yönlendirilen karmaşık bir süreçtir. Aksonal filizlenme ve yeniden miyelinizasyon, fonksiyonel iyileşmenin temelini oluşturur. Ancak

reinnervasyon sürecinin düzensiz ilerlemesi, sinkinezi gibi istenmeyen motor paternlerin ortaya çıkmasına neden olabilir.

Klinik Bulgular

Fasyal paralizinin klinik bulguları, lezyonun lokalizasyonu, şiddeti ve etiyojisine bağı olarak değışkenlik göstermektedir. Klinik tablo; motor, duysal ve otonom bulguların yanı sıra bireyin psikososyal durumunu da etkileyen çok boyutlu bir yapıya sahiptir.

Gözle görülebilen net bulgu motor bulgulardır. Fasyal paralizinin en belirgin klinik bulgusu, etkilenen yüz yarısında mimik kaslarında güçsüzlük veya paralizidir. Alın kırıştırma, göz kapama, gülme, dudak büzme ve yanak şişirme gibi istemli yüz hareketlerinde belirgin kısıtlılık görülür. Periferik fasyal paralizide tüm yüz yarısı etkilenirken, santral fasyal paralizide alın kasları genellikle korunur. Göz kapama fonksiyonunun bozulması, lagoftalmiye ve buna bağı olarak korneal kuruluk ve irritasyona yol açabilir. Ağız köşesinin düşmesi ise konuşma sırasında artikülasyon bozukluklarına, çiğneme ve sıvı gıda alımı sırasında ağızdan sızıntıya neden olabilir.

Duyusal bulgular olarak; tat duyusunda azalma veya kayıp, özellikle chorda tympani liflerinin etkilendiğı olgularda görülebilir. Hastalar sıklıkla dilin ön bölümünde tat değışikliği tarif eder. Ayrıca bazı olgularda kulak arkasında veya mastoid bölgede ağırı eşlik edebilir.

Otonom liflerin etkilenmesi sonucunda lakrimasyon ve salivasyon bozuklukları ortaya çıkabilir. Gözyaşı sekresyonunun azalması göz kuruluğına, tükürük salgısındaki değışiklikler ise ağız kuruluğına yol açabilir. Stapes kasının paralizisine bağı olarak hiperakuzi gelişmesi de klinik tabloda yer alabilir (Vargo et al., 2025).

Değerlendirme ve Tanı

Fasyal paralizinin değerlendirilmesi ve tanısı, ayrıntılı anamnez, sistematik klinik muayene ve gerektiğinde yardımcı tanı yöntemlerinin birlikte kullanılmasıyla yapılmaktadır. Doğru ve zamanında tanı, etiyolojinin belirlenmesi, uygun tedavi yaklaşımının seçilmesi ve prognozun öngörülmesi açısından kritik öneme sahiptir.

Anamnez sırasında semptomların başlangıç zamanı, ilerleyişi ve eşlik eden bulgular ayrıntılı olarak sorgulanmalıdır. Ani başlangıçlı paralizi Bell paralizisini düşündürürken, yavaş ve progresif seyir tümöral nedenleri akla getirmelidir. Kulak ağrısı, döküntü, işitme kaybı, baş dönmesi, tat duyusu değişiklikleri ve sistemik hastalık öyküsü ayırıcı tanı açısından önemlidir.

Klinik muayenede yüzün istirahat ve istemli hareketler sırasındaki görünümü değerlendirilir. Alın kırıştırma, göz kapama, diş gösterme, dudak büzme ve yanak şişirme gibi mimik hareketleri gözlemlenerek kas fonksiyonları analiz edilir. Yüz asimetrisi, lagoftalmi, ağız köşesinde düşme ve sekonder kas aktivasyonları kayıt altına alınmalıdır.

Fasyal paralizide değerlendirme sürecinin önemli bir bileşeni, yüz mimik kaslarının oluşturduğu kırıxıklıkların gözlenmesi ve kas kuvvetinin analiz edilmesidir. Yüz kırıxıklıkları, mimik kaslarının aktif kasılma kapasitesini ve simetrisini yansıtan pratik ve klinik açıdan değerli göstergelerdir.

İstirahat halinde alın çizgileri, nazolabial oluklar ve ağız çevresi kırıxıklıkları gözlemlenerek yüz simetrisi değerlendirilir. İstemli kasılma sırasında alın kırıştırma, kaş kaldırma, gözleri sıkıca kapama, burun kırıştırma, gülme ve dudak büzme gibi hareketler yaptırılarak kırıxıklıkların belirginliği, sürekliliği ve iki yüz yarısı arasındaki simetri analiz edilir. Etkilenen tarafta kırıxıklıkların silinmesi veya belirgin azalması, kas aktivitesinin zayıflığını göstermektedir.

Yüz kırışıklıkları ve kas kuvvetine dayalı gözlemsel değerlendirme, özellikle erken dönemde hızlı klinik karar verme açısından yararlıdır ve daha objektif ölçeklerle birlikte kullanıldığında değerlendirme sürecinin bütüncül olmasını sağlar.

Fasyal paralizinin şiddetini ve fonksiyonel kaybı objektif olarak değerlendirmek amacıyla çeşitli ölçekler kullanılmaktadır.

- House–Brackmann Skalası: Klinik pratikte en yaygın kullanılan derecelendirme sistemidir ve fasyal fonksiyonu altı derece üzerinden değerlendirir.

- Sunnybrook Fasyal Değerlendirme Sistemi: İstirahat simetrisi, istemli hareketler ve sinkineziyi ayrı ayrı puanlayarak daha ayrıntılı bir değerlendirme sunar.

- Facial Disability Index : Fasyal fonksiyonun fiziksel ve sosyal yönlerini değerlendiren, hasta bildirimine dayalı bir ölçektir.

Elektromiyografi (EMG) ve sinir iletim çalışmaları, sinir hasarının derecesi ve tipinin belirlenmesinde önemli rol oynar. Aksonal dejenerasyonun varlığı ve reinnervasyon süreci, prognozun öngörülmesine yardımcı olur. EMG özellikle subakut ve kronik dönemde değerlendirme açısından değerlidir.

Tedavi Yaklaşımları

Fasyal paralizinin tedavisi; etiyoloji, paralizinin şiddeti, hastalığın süresi ve eşlik eden klinik bulgular göz önünde bulundurularak planlanmalıdır. Tedavi süreci genellikle multidisipliner bir yaklaşım gerektirir ve medikal, cerrahi ve rehabilitasyon uygulamalarını içermektedir.

Medikal tedavi, özellikle akut dönemde fasyal paraliyi yönetiminin temel bileşenlerinden biridir. Bell paralizisinde kortikosteroid tedavisi, inflamasyonu azaltarak sinir ödeminin kontrol altına alınmasını amaçlar ve iyileşme oranlarını

artırmaktadır. Antiviral ajanlar, viral etiyolojinin düşünöldüğü olgularda kortikosteroidlerle birlikte kullanılabilir.

Göz kapanmasının yetersiz olduğı hastalarda, korneal komplikasyonların önlenmesi amacıyla suni gözyaşı, göz pomadı ve gerektiğinde göz kapama uygulamaları önerilmektedir. Ağrı yönetimi ve destekleyici tedaviler de medikal yaklaşımın önemli unsurlarıdır.

Cerrahi tedavi, seçilmiş olgularda uygulanmakta olup genellikle travmatik sinir hasarı, tümöral bası veya ciddi aksonal dejenerasyon varlığında gündeme gelmektedir. Fasiyal sinir dekompresyonu, sinir greftleri ve sinir transferleri cerrahi seçenekler arasında yer almaktadır.

Cerrahi girişimlerin zamanlaması ve endikasyonu dikkatle değerlendirilmelidir. Cerrahi sonrası dönemde rehabilitasyon uygulamaları, fonksiyonel kazanımların artırılması açısından büyük önem taşımaktadır.

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Fizyoterapi ve rehabilitasyon, fasiyal paralizinin tüm evrelerinde tedavi sürecinin vazgeçilmez bir parçasıdır. Rehabilitasyonun temel amaçları; kas fonksiyonlarının korunması ve yeniden kazandırılması, sinir rejenerasyonunun desteklenmesi, sekonder komplikasyonların önlenmesi ve yüz simetrisinin iyileştirilmesidir.

Akut dönemde rehabilitasyon, ödemin kontrol altına alınması, kasların pasif olarak korunması ve hastanın bilgilendirilmesine odaklanır. Yumuşak doku teknikleri, hafif masaj uygulamaları ve göz koruyucu önlemler bu dönemde ön plandadır. Aşırı veya yanlış egzersiz uygulamalarından kaçınılmalıdır.

Subakut ve kronik dönemde rehabilitasyon programı daha aktif hale gelir. Seçici yüz egzersizleri, nöromüsküler yeniden

eğitim, aynayla görsel geri bildirim ve biofeedback uygulamaları sıklıkla kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlar, doğru kas aktivasyonunu teşvik ederek anormal hareket paternlerinin gelişimini önlemeyi amaçlar.

Elektrik stimlasyonunun fasyal paralizi tedavisindeki yeri tartışmalı olmakla birlikte, seçilmiş olgularda ve uygun parametrelerle uygulandığında kas trofisinin korunmasına katkı sağlayabilir. Ayrıca kinezyobantlama, manuel terapi ve gevşeme teknikleri yardımcı rehabilitasyon yöntemleri arasında yer almaktadır.

Sinkinezi gelişen olgularda rehabilitasyonun odak noktası, istemsiz kas aktivasyonlarının azaltılması ve seçici motor kontrolün artırılmasıdır. Biofeedback, gevşeme teknikleri ve hedefe yönelik egzersizler bu süreçte önemli rol oynamaktadır (Cronin & Steenerson, 2003; Diels, 2000; Robinson & Baiungo, 2018).

Rehabilitasyon ve Tedavi

Fasyal paralizide rehabilitasyonun temel amacı; yüz mimik kaslarında istemli kontrolün yeniden kazanılması, simetrinin sağlanması, sekonder komplikasyonların (atrofi, kontraktür, senkinezi) nlenmesi ve bireyin fonksiyonel ile psikososyal iyilik halinin artırılmasıdır. Tedavi süreci; manuel teknikler, nörofizyolojik yaklaşımlar, elektroterapi, fiziksel ajanlar ve hasta eğitimi bileşenlerini içeren bütüncül bir yapıdadır.

Masağın temel amacı; lokal dolaşımı artırmak, ödemi azaltmak, kas ve bağ dokusu elastikiyetini korumak, duysal girdiyi artırarak nöromüsküler fasilitasyonu desteklemektir. Akut dönemde masağ uygulamaları hafif basınçlı ve pasif karakterde olmalı; subakut ve kronik dönemde aktive edici tekniklere geçilmelidir.

Uygulama genellikle santralden perifere doğru, kas lifleri yönünde ve simetrik olarak yapılır. Effleuraj ile yüzeyel dolaşım

artırılır, petrisaj ile kas dokusu mobilize edilir ve hafif friksiyon ile doku elastikiyeti desteklenir. Masaj sırasında ağrıya neden olunmamalı ve istemsiz kas kasılmaları provoke edilmemelidir.

PNF, fasyal paralizde nöromüsküler kontrolün yeniden yapılandırılmasında önemli bir yer tutar. Yüz kaslarına özgü PNF uygulamalarında temel amaç; uygun duysal uyarılar ile istemli kas aktivasyonunu artırmak ve doğru kas paternlerini öğretmektir.

Kuvvet yayılımı (Irradiation), sağlam kas gruplarının aktivasyonu yoluyla zayıf kaslarda fasilasyon sağlanması prensibine dayanır. Örneğin sağlam tarafta güçlü gülme aktivitesi, etkilenen tarafta kas aktivasyonunu tetiklemek amacıyla kullanılabilir.

Darbeleme ile mekanik uyarı (Tapping), kas içciklerini uyarmak amacıyla kas üzerine ritmik ve hafif vuruşlar şeklinde uygulanır. Bu yöntem, özellikle istemli kasılmanın başlatılamadığı erken dönemlerde etkilidir.

Elektroterapi, fasyal paralizi rehabilitasyonunda kas uyarılabilirliğini korumak, kas atrofisini sınırlamak ve periferik sinir rejenerasyon sürecini desteklemek amacıyla kullanılan yardımcı bir tedavi yöntemidir. Ancak yüz kaslarının anatomik yakınlığı, ortak sinir dalları ile innerve edilmesi ve motor ünite organizasyonunun karmaşıklığı nedeniyle elektroterapi uygulamaları dikkatli planlanmalı ve bireyselleştirilmelidir.

Galvanik akım, sürekli doğru akım (DC) özelliği taşıyan ve özellikle denervasyon bulguları gösteren kaslarda tercih edilen bir elektroterapi yöntemidir. Fasyal paralizde galvanik akımın temel amacı, denervasyona bağlı kas atrofisini geciktirmek, kas dokusunun trofik yapısını korumak ve rejenerasyon sürecine dolaylı destek sağlamaktır.

Kalem elektrot, küçük ve yüzeyel kas gruplarının seçici olarak uyarılmasına olanak tanıdığı için fasyal paralizde tercih edilmektedir.

- Aktif elektrot (kalem elektrot), hedef kasın motor noktası üzerine yerleştirilir.

- Dispersif (referans) elektrot genellikle boyun veya supraklavikular bölgeye yerleştirilir.

- Uyarı, kısa süreli ve kontrollü kas kasılması oluşturacak şekilde uygulanır.

Her kas için uygulama sırasında kasılmanın izole ve hedeflenen kasla sınırlı olmasına dikkat edilmelidir. Yaygın veya komşu kaslarda eş zamanlı kasılma gözlenmesi durumunda uygulama sonlandırılmalı veya parametreler yeniden düzenlenmelidir.

Ayna terapisi, görsel geri bildirimin kullanıldığı ve santral sinir sistemi plastisitesini hedefleyen bir rehabilitasyon yaklaşımıdır. Fasyal paralizde, özellikle kortikal yeniden organizasyonu desteklemek, simetri algısını artırmak ve istemli motor kontrolü geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Terapide hasta, sağlam yüz yarısının aynadaki yansımasını etkilenmiş taraf gibi algılar ve bu görsel illüzyon aracılığıyla motor çıktının kolaylaştırılması hedeflenir.

Düşük düzey lazer tedavisi (LLLT), fasyal paralizde antiinflamatuvar etki, mikrosirkülasyonun artırılması ve periferik sinir rejenerasyonunun desteklenmesi amacıyla kullanılan tamamlayıcı bir tedavi yöntemidir. Lazer uygulamasının etkinliği, doğru dozaj ve uygulama parametrelerine bağlıdır.

Tablo 2 Fasiyal Sinirin İnnerve Ettiği Kaslar

Klinik Dönem	Temel Hedefler	Önerilen Tedavi Yöntemleri	Dikkat Edilecek Noktalar
Akut Dönem (0–3 hafta)	Ödemin azaltılması, sinirin korunması, kas trofizminin sürdürülmesi	Hasta eğitimi, yüz masajı (hafif), pasif–yardımlı egzersizler, galvanik akım (denervasyon varsa), düşük doz lazer, göz koruma	Aşırı uyarımdan kaçınılmalı, elektroterapi seçici uygulanmalı
Subakut Dönem (3 hafta–3 ay)	İstemli kas aktivasyonunun başlatılması, simetri farkındalığı	Aktif yüz egzersizleri, PNF teknikleri, ayna terapisi, NMES (seçici), lazer tedavisi	Sinkinezi belirtileri yakından izlenmeli
Kronik Dönem (>3–6 ay)	Motor kontrolün iyileştirilmesi, sinkinezinin azaltılması	Biyofeedback, motor kontrol egzersizleri, ayna terapisi (seçici), germe, manuel terapi	Elektroterapi genellikle önerilmez, yanlış paternlerden kaçınılmalı
Klinik Dönem	Temel Hedefler	Önerilen Tedavi Yöntemleri	Dikkat Edilecek Noktalar
Akut Dönem (0–3 hafta)	Ödemin azaltılması, sinirin korunması, kas trofizminin sürdürülmesi	Hasta eğitimi, yüz masajı (hafif), pasif–yardımlı egzersizler, galvanik akım (denervasyon varsa), düşük doz lazer, göz koruma	Aşırı uyarımdan kaçınılmalı, elektroterapi seçici uygulanmalı
Subakut Dönem (3 hafta–3 ay)	İstemli kas aktivasyonunun başlatılması, simetri farkındalığı	Aktif yüz egzersizleri, PNF teknikleri, ayna terapisi, NMES (seçici), lazer tedavisi	Sinkinezi belirtileri yakından izlenmeli

Kronik Dönem (>3–6 ay)	Motor kontrolün iyileştirilmesi, sinkinezinin azaltılması	Biyofeedback, motor kontrol egzersizleri, ayna terapisi (seçici), germe, manuel terapi	Elektroterapi genellikle önerilmez, yanlış paternlerden kaçınılmalı
------------------------------	--	---	--

İnfrared uygulamalar, yüzeysel dokularda vazodilatasyon oluşturarak dolaşımı artırır ve kas gevşemesine katkı sağlar. Masaj ve egzersiz öncesinde hazırlayıcı olarak uygulanabilir. Uygulama süresi genellikle 10–15 dakika olup, cilt hassasiyeti ve yanık riski açısından dikkatli olunmalıdır.

Ev programı, rehabilitasyonun sürekliliği açısından vazgeçilmezdir. Hastaya ayna karşısında alın kırıştırma, kaş kaldırma, göz kapama, gülme, dudak büzme, yanak şişirme ve üfleme egzersizleri öğretilir. Egzersizler düşük tekrarlarla, yavaş ve kontrollü biçimde yapılmalı, kompanse edilebilir hareketlerden kaçınılmalıdır.

Hasta eğitimi kapsamında; göz bakımı, yüz hijyeni, aşırı mimik kullanımından kaçınma ve psikolojik destek konularında bilgilendirme yapılmalıdır.

Prognoz

Fasyal paralizinin prognozu; etiyoloji, lezyonun şiddeti ve lokalizasyonu, hastanın yaşı, eşlik eden hastalıklar ve tedaviye başlama zamanı gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Prognozun doğru değerlendirilmesi, hastaya gerçekçi beklentilerin aktarılması ve tedavi sürecinin planlanması açısından büyük önem taşımaktadır.

Erken tanı ve tedavi, fasyal paralizide en önemli prognostik faktörler arasında yer almaktadır. Özellikle Bell paralizisinde semptomların başlangıcından sonraki ilk 72 saat içinde başlanan uygun tedavi, iyileşme oranlarını belirgin şekilde artırmaktadır.

Genç yaş, inkomplet paralizi ve hafif elektrofizyolojik bulgular genellikle daha iyi prognoz ile ilişkilidir.

Aksonal hasarın varlığı, ileri yaş, diyabetes mellitus gibi sistemik hastalıklar ve ağır başlangıç bulguları ise olumsuz prognostik faktörler olarak kabul edilmektedir.

Fasyal paralizin klinik seyri, etiyojiye bağı olarak farklılık gösterir. Bell paralizi olgularının büyük bir kısmında ilk birkaç hafta içinde klinik iyileşme belirtileri ortaya çıkmakta ve 3–6 ay içerisinde fonksiyonel iyileşme sağlanmaktadır. Travmatik veya tümöral nedenlere bağı paralizilerde ise iyileşme süreci daha uzun ve sınırlı olabilir.

Rejenerasyon sürecinin düzensiz ilerlemesi, iyileşme sırasında sinkinezi ve anormal hareket paternlerinin gelişmesine yol açabilir. Bu durum, klinik seyri olumsuz yönde etkileyen önemli bir faktördür.

Fasyal paralizide iyileşme süreci belirli zaman eşikleri ile yakından ilişkilidir. Klinik gözlemler ve epidemiyolojik çalışmalar, bu eşiklerin prognoz açısından yol gösterici olduğunu ortaya koymaktadır. Semptomların başlangıcından sonraki ilk 21 gün içerisinde hastaların yaklaşık %70–80'inde kendiliğinden veya minimal tedavi ile belirgin iyileşme belirtileri ortaya çıkmaktadır. Bu dönem, sinir iletim bloğu ve demiyelinizasyonun ön planda olduğu, rejenerasyon potansiyelinin yüksek olduğu evreyi temsil eder.

İlk 3 ay içerisinde klinik iyileşme göstermeyen olgularda tam iyileşme olasılığı belirgin şekilde azalmakta, rezidüel güçsüzlük ve asimetri riski artmaktadır. 6 ayı aşan olgularda ise fasyal paralizi kronikleşme eğilimi gösterir ve sinkinezi, kontraktür gibi sekellerin görülme sıklığı belirgin olarak artar. Bu nedenle erken dönemde başlanan ve zamanında yoğunlaştırılan rehabilitasyon programları, fonksiyonel sonuçlar açısından kritik öneme sahiptir.

Sonuç

Fasyal paralizi, yüz fonksiyonlarını ve bireyin yaşam kalitesini çok boyutlu olarak etkileyen önemli bir klinik durumdur. Etiyolojik çeşitliliği, değişken klinik seyri ve potansiyel komplikasyonları nedeniyle kapsamlı bir değerlendirme ve bireyselleştirilmiş tedavi yaklaşımı gerektirmektedir.

Erken tanı, uygun medikal tedavi ve etkin fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları, fonksiyonel iyileşmenin sağlanmasında temel unsurlardır. Multidisipliner yaklaşım ve düzenli takip, hem kısa hem de uzun dönem sonuçların iyileştirilmesine katkı sağlamaktadır.

Güncel bilimsel kanıtlar ışığında planlanan rehabilitasyon programları, fasyal paralizi hastalarında yüz simetrisi, motor kontrol ve yaşam kalitesinin artırılmasında önemli bir role sahiptir. Bu nedenle fasyal paralizi yönetiminde bütüncül ve kanıta dayalı yaklaşımların benimsenmesi büyük önem taşımaktadır.

Kaynakça

- Cronin, G. W., & Steenerson, R. L. (2003). The effectiveness of neuromuscular facial retraining combined with electromyography in facial paralysis rehabilitation. *Otolaryngology—Head and Neck Surgery*, 128(4), 534–538.
- Diels, H. J. (2000). Facial paralysis: is there a role for a therapist? *Facial Plastic Surgery*, 16(04), 361–364.
- Gaber, A., Taher, M. F., Wahed, M. A., Shalaby, N. M., & Gaber, S. (2022). Classification of facial paralysis based on machine learning techniques. *Biomedical Engineering Online*, 21(1), 65.
- Hohman, M. H., & Hadlock, T. A. (2014). Etiology, diagnosis, and management of facial palsy: 2000 patients at a facial nerve center. *The Laryngoscope*, 124(7), E283–E293.
- Ottaiano, A. C., Gomez, G. D., & Freddi, T. de A. L. (2023). The facial nerve: anatomy and pathology. *Seminars in Ultrasound, CT and MRI*, 44(2), 71–80.
- Robinson, M. W., & Baiungo, J. (2018). Facial rehabilitation: evaluation and treatment strategies for the patient with facial palsy. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 51(6), 1151–1167.
- Vargo, M., Ding, P., Adessa, M. E., Duggal, R., Dhamija, R., Tang, Y., Shang, T., Wang, K., Schleicher, M., & Genther, D. J. (2025). Clinical Features, Evaluation, and Management of Speech and Swallow Complications of Facial Paralysis: A Scoping Review. *JPRAS Open*.
- Vlastou, C. (2006). Facial paralysis. *Microsurgery: Official Journal of the International Microsurgical Society and the European Federation of Societies for Microsurgery*, 26(4), 278–287.

BÖLÜM 3

BAŞ AĞRILARI: TÜRLERİ, ALTA YATAN MEKANİZMALAR VE İLİŞKİLİ ANATOMİK YAPILAR

Muhammed İhsan KODAK¹

Baş ağrısı, toplumda en sık görülen nörolojik yakınmalardan biridir ve işlevsellik kaybına önemli ölçüde sebep olur. Migren ve gerilim-tipi baş ağrısı gibi primer baş ağrısı bozuklukları yüksek prevalansları nedeniyle sağlık sistemlerine ve toplumsal üretkenliğe belirgin yük getirirken, sekonder baş ağrıları az görülmekle birlikte altta yatan ciddi patolojilerin ilk belirtisi olabildiği için klinik açıdan kritik önem taşır (World Health Organization, 2025; Steiner, 2024).

Baş ağrısını doğru anlamlandırmak ve bilimsel olarak temellendirilmiş bir yaklaşım geliştirmek için üç temel bileşen birlikte ele alınmalıdır: (i) uluslararası kabul görmüş sınıflama

Unvan: Doktor Öğretim Üyesi, Fzt. | Kurum: Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi |
Bölüm: Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, Fizyoterapi ve
Rehabilitasyon

sistemi ile tanısal çerçeve (ICHD-3), (ii) ağrıyı üreten ve modüle eden anatomik yapılar ve nörofizyolojik mekanizmalar, (iii) baş ağrısı deneyimini sürdüren veya şiddetlendiren biyopsikososyal etkenler (Headache Classification Committee of the IHS, 2018; Engel, 1977).

Bu bölümün amacı, okurun baş ağrısı bozuklukları hakkında temel, bütüncül ve klinik düşünmeye yardımcı bir bilgi altyapısı kazanmasını sağlamaktır. Bölüm; baş ağrılarının temel sınıflamasını, ağrıya duyarlı anatomik yapıları, migren, gerilim-tipi baş ağrısı ve trigeminal otonomik sefalaljiler başta olmak üzere primer baş ağrılarının mekanizmalarını, sekonder baş ağrılarında dikkat edilmesi gereken “kırmızı bayrak” kavramını ve kronikleşmede biyopsikososyal çerçevenin rolünü içerecek şekilde yapılandırılmıştır.

Baş Ağrısının Tanımı ve Epidemiyolojisi

“Baş ağrısı” ifadesi, baş ve yüz bölgesinde algılanan ağrıyı tanımlamak için kullanılsa da altta yatan biyolojik kaynak çok farklı yapılardan ve mekanizmalardan doğabilir. Klinik pratikte, baş ağrıları çoğunlukla tekrarlayıcı epizodlarla seyrederek; ancak bazı bozukluklarda ağrı sürekli hale gelebilir veya zaman içinde epizodik paternden kronik paternine dönüşebilir.

Epidemiyolojik veriler, baş ağrısı bozukluklarının yaygın olduğunu ve özellikle migrenin üretken yaş gruplarında yaşam kalitesini ve işlevselliği belirgin şekilde etkilediğini göstermektedir. Küresel hastalık yükü analizleri, migreni yıllar içinde kaybedilen sağlıklı yaşam yılı (YLD) açısından başlıca nedenler arasında raporlamaktadır (Steiner, 2024). Dünya Sağlık Örgütü de migren ve diğer baş ağrısı bozukluklarını önemli bir halk sağlığı sorunu olarak tanımlamaktadır (World Health Organization, 2025).

Baş Ağrılarının yaygınlığı ve etkisi; yaş, cinsiyet, genetik yatkınlık, uyku düzeni, stres düzeyi, yaşam tarzı, eşlik eden hastalıklar ve çevresel tetikleyiciler gibi birçok değişkenden

etkilenir. Bu nedenle baş ağrısı, yalnızca nosiseptif bir olay değil; kişinin biyolojik, psikolojik ve sosyal bağlamında şekillenen karmaşık bir deneyim olarak ele alınmalıdır (Engel, 1977).

Baş Ağrılarının Sınıflaması (ICHD-3)

Baş ağrısı bozukluklarının tanısall sınıflaması için en yaygın kullanılan sistem, Uluslararası Baş ağrısı Bozuklukları Sınıflaması'nın üçüncü baskısıdır (ICHD-3). Bu sınıflama, baş ağrılarının tanımlanması için tanı ölçütlerini standardize ederek hem klinik uygulamada hem de araştırmalarda ortak bir dil oluşturur (Headache Classification Committee of the IHS, 2018).

ICHD-3, baş ağrılarını genel olarak iki ana gruba ayırır: primer baş ağrıları ve sekonder baş ağrıları. Primer baş ağrılarında ağrı, başka bir hastalığın semptomu olmaktan çok kendi başına bir bozukluk olarak değerlendirilir. Migren, gerilim-tipi baş ağrısı ve trigeminal otonomik sefalaljiler bu grubun temel örnekleridir. Sekonder baş ağrılarında ise ağrı; travma, vasküler bozukluklar, enfeksiyonlar, homeostaz bozuklukları, ilaç/aşırı kullanım veya kraniyum-boyun-yüz yapılarına ait patolojiler gibi altta yatan bir neden ile ilişkilidir.

ICHD-3 sınıflamasının pratikteki önemi iki yönlüdür. Birincisi, klinisyenin “benzer görünen” ağrı tablolarını ayırtmasına yardımcı olur. İkincisi, sekonder baş ağrısı olasılığını düşündüren durumlarda hızlı ve yapılandırılmış bir değerlendirme yaklaşımı sağlar. Bununla birlikte, tek bir hastada birden fazla baş ağrısı bozukluğu bir arada bulunabilir. Bu nedenle baş ağrısı günlüğü, atakların sıklığı, süresi, eşlik eden semptomlar ve tetikleyiciler gibi bilgilerin sistematik kaydında yararlı bir araçtır.

Ağrıya Duyarlı Anatomik Yapılar ve Trigeminal Sistem

Kafa içi yapılarının büyük kısmı doğrudan ağrı duyusuna sahip değildir; bunun yerine, baş ağrısında ağrı duyusunu taşıyan başlıca kaynaklar dura mater, dural venöz sinüsler, büyük intrakraniyal arterler ve bunların adventisyası, meningeal damarlar,

kranyal sinirlerin bazı dalları ve üst servikal omurga çevresi yumuşak doku yapılarıdır (Nosedá & Burstein, 2013).

Trigeminocervical complex(TCC), trigeminal ve üst servikal (C1–C3) aferentlerin konverjans gösterdiği bir işleme alanıdır; bu anatomik özellik, boyun kaynaklı noziseptif girdilerin baş bölgesinde algılanan ağrıya “yansımasına” (referred pain) zemin hazırlar ve servikojenik baş ağrısının nöroanatomik temelini destekler (Nosedá & Burstein, 2013).

Trigeminal afferentler yalnızca noziseptif bilgi taşımaz; aynı zamanda trigeminal otonomik refleks üzerinden parasempatik sistemle etkileşir. Bu etkileşim, trigeminal otonomik sefalaljilerde görülen lakrimasyon, nazal konjesyon, rinore, gözde kızarıklık gibi otonomik belirtileri açıklayan ana çerçevelerden biridir. Bu refleksin önemli bileşenleri arasında superior salivatory nucleus ve sfenopalatin ganglion gibi yapılar yer alır.

Baş ve boyun bölgesindeki ağrı üretiminde periferik kaynaklar da önemlidir. Perikraniyal kaslar, temporomandibular eklem ve çevresi, servikal faset eklemleri, ligamanlar ve miofasial dokular; özellikle gerilim-tipi baş ağrısı, servikojenik baş ağrısı ve TMD ile ilişkili baş ağrısı tablolarında ağrıya katkı sağlayabilir. Burada kritik nokta, periferik uyarıların zaman içinde merkezî işleme sistemlerinde duyarlılık artışı oluşturabilmesidir.

Ağrı Mekanizmaları: Duyarlılaşıma, Nöroinflamasyon ve Nöromodülasyon

Baş ağrısı bozukluklarının patofizyolojisi, basit bir “damarsal genişleme” açıklamasının ötesinde, sinir sistemi uyarılabilirliği, trigeminovasküler aktivasyon, periferik ve santral duyarlılaşma süreçleri ve nöropeptid aracılı nöroinflamatuvar mekanizmaların bir arada çalıştığı çok katmanlı bir çerçevedir (Nosedá & Burstein, 2013; Ailani, Burch & Robbins, 2021).

Trigeminal uçlardan salınan kalsitonin gen ilişkili peptid (CGRP), substans P ve nörokinin A gibi nöropeptidler; vazodilatasyon ve nöroinflamatuvar yanıtı destekleyen damarsal-

doku düzeyi değişikliklere aracılık eder. CGRP'nin migren patofizyolojisindeki rolünü hedefleyen tedavilerin geliştirilmesi, bu mekanizmanın klinik önemini güçlendirmiştir (Ailani, Burch & Robbins, 2021).

Santral duyarlılaşma, TCC ve daha üst ağrı ağlarında nöronal yanıtın güçlenmesiyle karakterizedir. Bu süreç; ağrı eşiğinin düşmesi, ağrının yayılması, allodini (ağrılı olmayan dokunmanın ağrılı algılanması) ve hiperaljezi gibi klinik bulgularla ilişkili olabilir. Migren ataklarında kutanöz allodini, santral duyarlılaşmanın klinik bir göstergesi olarak yorumlanır.

Beyin sapı ve hipotalamus gibi bölgelerin prodromal dönemde etkinleştğini gösteren nörogörüntüleme bulguları, migrenin yalnızca ağrı döneminden ibaret olmayan, atak öncesi ve sonrası nörobiyolojik değişikliklerle seyreden bir bozukluk olduğunu düşündürmektedir (Nosedo & Burstein, 2013).

Ağrı modülasyonu, “inhibitör” ve “kolaylaştırıcı” inen yolların dengesiyle şekillenir. Periaqueductal gray (PAG), rostral ventromedial medulla ve locus coeruleus gibi beyin sapı yapıları, nosiseptif iletinin kapılanması veya kolaylaştırılmasında rol oynar. Kronikleşme sürecinde, inhibitör kontrolün zayıflaması ve kolaylaştırıcı kontrolün artması, baş ağrısı sıklığının artmasına katkı sağlayabilir.

Primer Baş ağrıları

Primer baş ağrıları, altta yatan başka bir hastalığın semptomu olmaktan ziyade kendi tanısall ölçütleriyle tanımlanan bozukluklardır. Bu grupta yer alan başlıca bozukluklar migren, gerilim-tipi baş ağrısı ve trigeminal otonomik sefalaljilerdir (Headache Classification Committee of the IHS, 2018). Klinik olarak primer baş ağrısı düşündüren tabloların çoğunda nörolojik muayene normaldir; ancak atakların paterni, eşlik eden semptomlar ve tetikleyici/rahatlatıcı faktörlerin ayrıntılı sorgulanması ayırıcı tanının temelini oluşturur.

Migren

Migren, genellikle orta-şiddetli ile şiddetli, zonklayıcı özellikte, fiziksel aktiviteyle artabilen, bulantı-kusma ve/veya fotofobi-fonofobi ile seyreden tekrarlayıcı ataklarla karakterize bir primer baş ağrısı bozukluğudur. Bazı olgularda aura eşlik eder ve görsel, duyuşsal veya konuşma ile ilişkili geçici nörolojik belirtiler olarak ortaya çıkabilir (Headache Classification Committee of the IHS, 2018).

Migren atağı klinik olarak fazlara ayrılarak düşünülebilir: prodrom, (varsa) aura, baş ağrısı fazı ve postdrom. Prodromal belirtiler; esneme, boyun sertliği, ruh hali değişiklikleri ve iştah değişiklikleri gibi nonspesifik bulguları içerebilir. Bu fazın varlığı, migrenin yalnızca ağrı sırasında değil, atak öncesi dönemde de merkezi sinir sistemi düzeyinde değişikliklerle seyrettiğine işaret eder (Nosedá & Burstein, 2013).

Patofizyolojik açıdan migren; genetik yatkınlıkla birlikte merkezi sinir sistemi uyarılabilirliğinde artış, trigeminovasküler sistem aktivasyonu ve duyarlılaşma süreçleri ile açıklanır. CSD, özellikle aurada rol oynadığı düşünülen bir mekanizmadır ve meningeal nosiseptörlerin dolaylı aktivasyonunu tetikleyebilir. Trigeminal uçlardan salınan CGRP ve benzeri nöropeptidlerin damar ve meninks düzeyinde etkileri, ağrı üretimini ve otonomik-eşlik eden belirtileri destekleyebilir (Ailani, Burch & Robbins, 2021).

Migrenin kronikleşmesi (kronik migren), ayda 15 ve üzeri baş ağrısı gününe ulaşılan bir durumu ifade eder ve kronikleşmede sık ataklar, yetersiz akut tedavi, ilaç aşırı kullanımı, uyku bozuklukları, obezite, stres yükü ve komorbid duygu durum bozuklukları gibi faktörler öne çıkar. Klinik yönetimde “atak kontrolü”, “kronikleşmeyi önleme” ve “yaşam kalitesini artırma” hedefleri birlikte ele alınmalıdır.

Gerilim-Tipi Baş ağrısı

Gerilim-tipi baş ağrısı (GTB), çoğunlukla iki taraflı, basınç/sıkıştırma karakterinde, hafif-orta şiddette ve rutin fiziksel

aktivite ile belirgin artış göstermeyen baş ağrısı ataklarıyla tanımlanır. Bulantı genellikle olmaz; fotofobi veya fonofobi eşlik edebilir ancak genellikle birlikte değildir (Headache Classification Committee of the IHS, 2018).

GTB'nin patofizyolojisi heterojendir. Episodik formlarda periferik myofasiyal kaynakların (perikraniyal kas gerginliği, tetik nokta duyarlılığı) daha belirgin olabileceği, kronik formlarda ise santral duyarlılaşma ve ağrı modülasyonundaki bozulmanın daha baskın olabileceği ileri sürülmektedir. Psikososyal stresörler, uyku düzensizliği, uzun süreli statik postürler ve anksiyete-depresyon eşlikleri, atakların sıklığını ve şiddetini etkileyebilir.

GTB ile migren arasında klinik geçişkenlik olabilir ve bazı hastalarda iki bozukluk bir arada bulunabilir. Bu nedenle değerlendirmede ağrının kalitesi, süresi, eşlik eden belirtiler, fonksiyonel etkilenim ve tedavi yanıtı birlikte ele alınmalıdır.

Trigeminal Otonomik Sefalaljiler

Trigeminal otonomik sefalaljiler (TOS), genellikle tek taraflı, çok şiddetli baş ağrısı atakları ile ipsilateral kraniyal otonomik belirtilerin (konjonktival enjeksiyon, lakrimasyon, nazal konjesyon/rinore, göz kapağı ödemi, yüz terlemesi, miosis/ptozis) birlikte görüldüğü bozukluklar grubudur. Küme baş ağrısı, paroksizmal hemikraniya ve SUNCT/SUNA sendromları bu grupta yer alır (Headache Classification Committee of the IHS, 2018).

Küme baş ağrısı tipik olarak orbital/supraorbital/temporal bölgede yoğun ağrı ile seyreder ve ataklar sırasında huzursuzluk/yerinde duramama sık görülür. Bu klinik tablo, trigeminovasküler aktivasyonun parasempatik otonomik reflekslerle eş zamanlı devreye girdiğini düşündürür. Hipotalamusun rolüne işaret eden bulgular, atakların sirkadiyen/sirkannual ritimle kümelenme eğilimini açıklamaya katkı sunar.

Paroksizmal hemikraniya ve SUNCT/SUNA sendromları da benzer trigeminal-otonomik eşliklerle seyreder; ancak atak süresi

ve tedavi yanıtı (örneğin indometazin yanıtı) gibi özellikler ayırıcı tanıda önemlidir. TOS grubunda atakların şiddeti ve otonomik belirtilerin baskınlığı nedeniyle doğru tanı, uygun tedaviye erişim açısından kritiktir.

Diğer Primer Baş ağrıları

ICHD-3 içinde “diğer primer baş ağrıları” başlığı altında, belirli tetikleyicilerle başlayan veya tipik olarak kısa süren özgül tablolar tanımlanmıştır. Öksürükle tetiklenen primer baş ağrısı, eforla ilişkili primer baş ağrısı, cinsel aktiviteyle ilişkili baş ağrısı, hipnik baş ağrısı ve primer bıçak saplanır tarzda baş ağrısı bu gruba örnek verilebilir (Headache Classification Committee of the IHS, 2018).

Bu tabloların bir kısmı klinik olarak “sekonder” nedenlerle karışabileceğinden, ilk değerlendirmede alarm bulguları ve risk profili gözden geçirilmelidir. Özellikle “ani başlangıçlı, hayatın en şiddetli baş ağrısı” şeklinde tarif edilen gök gürültüsü (thunderclap) baş ağrısı, subaraknoid kanama veya damar diseksiyonu gibi acil durumların dışlanması gerektirebilir. Bu nedenle, primer baş ağrısı ölçütlerini karşılıyor gibi görünen durumlarda bile klinik bağlam ve risk faktörleri dikkate alınmalıdır.

Sekonder Baş ağrıları ve Kırmızı Bayraklar

Sekonder baş ağrısı, altta yatan bir patolojiye bağlı olarak gelişen baş ağrısını ifade eder. Sekonder baş ağrılarının spektrumu geniştir: kafa travması, serebrovasküler olaylar (subaraknoid kanama, diseksiyon, venöz sinüs trombozu), intrakraniyal basınç değişiklikleri (yüksek veya düşük), enfeksiyonlar (menenjit, ensefalit), sistemik hastalıklar, metabolik/homeostatik bozukluklar, ilaç ve madde kullanımı, kraniyal ve servikal yapıların patolojileri gibi pek çok neden baş ağrısı ile prezente olabilir (Headache Classification Committee of the IHS, 2018).

Sekonder baş ağrısı olasılığını düşündüren “kırmızı bayraklar” klinik karar vermeyi kolaylaştıran bir çerçevedir. SNNOOP10 yaklaşımı, özellikle yeni başlayan veya paterni

değişen baş ağrılarında sistematik sorgulama için önerilen bir listedir (Do vd., 2019). Bu çerçevede öne çıkan durumlar arasında şunlar yer alır: sistemik belirtiler (ateş, kilo kaybı), malignite öyküsü, fokal nörolojik defisit veya bilinç değişikliği, ani/abrupt başlangıç, ileri yaşta yeni başlangıç, patern değişikliği veya progresyon, pozisyonla belirgin değişen baş ağrısı, öksürük/efor ile tetiklenme, papil ödem, gebelik veya lohusalık dönemi, ağrılı göz ve belirgin otonomik özellikler, travma sonrası başlangıç, immünsüpresyon ve analjezik aşırı kullanımı veya yeni ilaç başlangıcı gibi özellikler bulunur.

Kırmızı bayrak varlığında değerlendirme; ayrıntılı anamnez ve nörolojik muayenenin yanı sıra, klinik şüpheyeye göre görüntüleme, laboratuvar tetkikleri ve gerektiğinde acil konsültasyonları içerebilir. Bu bölümde amaç, ayrıntılı tanı algoritmaları vermekten çok, sekonder baş ağrısını kaçırmamak için yapılandırılmış düşünme yaklaşımını vurgulamaktır.

Servikojenik Baş ağrısı ve Üst Servikal Kaynaklı Ağrı

Servikojenik baş ağrısı, baş bölgesinde algılanan ağrının kaynağının servikal omurga ve ilişkili yumuşak dokular olduğu sekonder bir baş ağrısı kategorisidir. Klinik olarak sıklıkla tek taraflı seyrederek, boyun hareketleri veya belirli boyun postürleriyle tetiklenebilir ve boyun ağrısı, hareket kısıtlılığı gibi servikal belirtiler eşlik edebilir (Headache Classification Committee of the IHS, 2018).

Nöroanatomik temel, trigeminocervical complex'teki (TCC) konverjans mekanizmasıdır. Üst servikal segmentlerden (özellikle C1–C3) gelen nosiseptif afferentler TCC'de trigeminal afferentlerle aynı nöron havuzlarında işlenebilir. Bu durum, servikal yapıların uyarılmasının baş bölgesinde “yansıyan” ağrı olarak algılanmasına neden olabilir (Nosedá & Burstein, 2013).

Servikojenik baş ağrısına katkıda bulunabilecek yapılar arasında C2–C3 zigoapofizyal eklemler, atlanto-aksiyal eklemler, intervertebral diskler, ligamanlar, suboksipital kaslar ve oksipital

sinirlerin çevresi yer alır. Değerlendirmede; ağrının boyunla ilişkisi, hareket provokasyonu, palpasyonla hassasiyet, servikal mobilite ve baş-boyun kompleksinin motor kontrolü gibi unsurlar birlikte ele alınmalıdır.

Kraniyomandibular Sistem, TMD ve Baş ağrısı

Temporomandibular eklem (TME), çiğneme kasları ve ilişkili bağ-doku yapıları, baş-yüz ağrılarının önemli bir alt kümesini oluşturur. TME bozuklukları (TMD), çiğneme kaslarında ağrı, çene hareket kısıtlılığı, eklem sesleri ve fonksiyonel zorluklarla seyredebileceği gibi, temporal bölgede veya yüzün farklı alanlarında algılanan baş ağrısı yakınmalarına da eşlik edebilir (Headache Classification Committee of the IHS, 2018).

Bu ilişki hem periferik hem de santral mekanizmalarla açıklanabilir. Periferik düzeyde; kas-iskelet sistemi kaynaklı nosiseptif uyarılar trigeminal afferentler aracılığıyla TCC'ye taşınır. Santral düzeyde ise sürekli veya tekrarlayan periferik giriş, duyarlılaşma süreçlerini güçlendirebilir ve ağrı algısının genişlemesine neden olabilir. Ayrıca stres, bruksizm, uyku bozuklukları ve anksiyete gibi faktörler TMD semptomlarını artırarak baş ağrısı döngüsünü sürdürebilir.

Baş ağrısı yakınması olan bir bireyde TMD şüphesi varsa; çene açma-kapama hareketleri, çiğneme kaslarının palpasyonu, çene kilitlenmesi öyküsü, diş sıkma/gıcırdatma alışkanlığı, diş hekimliği öyküsü ve temporomandibular eklem fonksiyonu değerlendirmeye dahil edilmelidir. Bu değerlendirme, özellikle migren ve gerilim-tipi baş ağrısı ile karışabilen temporal bölge ağrılarında ayırıcı tanıya katkı sağlar.

Kronikleşme ve Biyopsikososyal Çerçeve

Kronik baş ağrısı, belirli bir süre boyunca sık tekrarlayan veya neredeyse günlük hale gelen baş ağrısı paternini ifade eden bir üst kavramdır. Migren ve gerilim-tipi baş ağrısının kronik formları, klinik ve işlevsel yükü belirgin artırır. Kronikleşme; sadece “atak sayısının artması” olarak değil, aynı zamanda ağrı işleme

sistemlerinde kalıcı duyarlılaşma, inen ağrı modülasyonunda bozulma ve davranışsal-psikososyal döngülerle sürdürülen kompleks bir süreç olarak değerlendirilebilir.

Biyopsikososyal model, ağrı deneyimini yalnızca dokusal hasar veya tekil bir biyolojik mekanizma üzerinden açıklamak yerine biyolojik (genetik yatkınlık, nörokimya, komorbid durumlar), psikolojik (inançlar, tutumlar, bilişsel değerlendirmeler, duygular) ve sosyal faktörlerin (aile/iş, kültürel bağlam, sosyal destek, sağlık hizmetine erişim) karşılıklı etkileşimi ile ele alır (Engel, 1977). Bu yaklaşım, baş ağrısı yönetiminde kişiye özgü değerlendirmeyi ve tek boyutlu çözümler yerine çok bileşenli stratejileri öne çıkarır.

Benzer şekilde, analjeziklerin veya akut baş ağrısı ilaçlarının sık kullanımı, ilaç aşırı kullanım baş ağrısı gelişimi açısından risk oluşturur ve ağrı-sıklık-ilac kullanımı besleyen bir kısır döngüye zemin hazırlayabilir. Kronik baş ağrısı bulunan bireylerde bu riskin değerlendirilmesi, tedavi planlamasının ayrılmaz bir parçasıdır (Headache Classification Committee of the IHS, 2018).

Kronikleşmeyi azaltmaya yönelik temel ilkeler arasında tetikleyici/kolaylaştırıcı faktörlerin tanınması (uyku hijyeni, stres yönetimi, hidrasyon, düzenli fiziksel aktivite), akut tedavinin uygun kullanımı, gerekirse koruyucu tedavilerin planlanması ve hasta eğitimi yer alır. Ayrıca fiziksel terapi yaklaşımları; servikal motor kontrol, postüral stratejiler, temporomandibular sistemin değerlendirilmesi, aerobik egzersiz ve gevşeme teknikleri gibi bileşenlerle özellikle kas-iskelet sistemi kaynaklı eşliklerin bulunduğu kişilerde önem kazanabilir. Bu çerçevede amaç, ağrının tamamen “yok edilmesi” kadar kişinin işlevini, öz-yönetimini ve yaşam kalitesini artırmaktır.

Klinik Değerlendirme Yaklaşımı: Anamnez, Muayene ve İzlem

Baş ağrısının değerlendirilmesinde ilk adım ayrıntılı anamnezdır. Ağrının başlangıç yaşı, süresi, lokalizasyonu,

karakteri, şiddeti, eşlik eden semptomlar (bulantı, fotofobi-fonofobi, otonomik belirtiler), fiziksel aktivite ile ilişkisi, tetikleyiciler, aura varlığı, aile öyküsü ve kullanılan ilaçlar sorgulanmalıdır. Atakların sıklığı ve ay içindeki baş ağrısı gün sayısı, episodik-kronik ayrımında ve tedavi planlamasında kritik veriler sunar.

Baş ağrısı günlüğü, hem tanısal ayrımı kolaylaştırır hem de tedavi etkinliğinin izlenmesine yardımcı olur. Günlükte; atak tarihi, süresi, şiddeti, eşlik eden semptomlar, alınan ilaçlar ve olası tetikleyiciler kaydedilebilir. Bu kayıtlar, özellikle migren ve gerilim-tipi baş ağrısının karıştığı veya birden fazla baş ağrısı tipinin birlikte bulunduğu olgularda klinisyene önemli ipuçları sağlar.

Nörolojik muayene, sekonder baş ağrısı açısından tarayıcı bir rol üstlenir. Bilinç, kraniyal sinir muayenesi, motor-duyu sistemi, koordinasyon ve refleksler değerlendirilmelidir. Papilödem şüphesi, intrakraniyal basınç artışı açısından uyarıcıdır. Kas-iskelet sistemi değerlendirmesinde ise boyun hareket açıklığı, servikal segmental hassasiyet, perikraniyal kaslarda gerginlik ve temporomandibular sistem fonksiyonu gözden geçirilmelidir.

Son olarak, baş ağrısı yönetimi sadece semptom baskılama değil; işlevselliği artırma, atakların kontrolünü sağlama ve kronikleşme riskini azaltma hedeflerini içerir. Bu nedenle hastayla birlikte hedef belirlemek, tedavi seçeneklerini açıklamak ve izlem planını yapılandırmak, başarılı yönetimin temel bileşenleridir.

Sonuç

Baş ağrıları, yaygın görülmelerine rağmen altta yatan mekanizmaları ve klinik görünümleri bakımından heterojen bir grup bozukluğu temsil eder. ICHD-3 sınıflaması, baş ağrılarının tanısal çerçevesini standartlaştırırken; trigeminovasküler sistem, trigeminocervikal konverjans, nöropeptid aracılı nöroinflamasyon, periferik-santral duyarlılaşma ve inen ağrı modülasyonu gibi mekanizmalar baş ağrısı biyolojisini anlamlandırmayı sağlar.

Primer baş ağrılarında (özellikle migren ve gerilim-tipi baş ağrısı) doğru fenotipleme ve kronikleşme risklerinin yönetimi önemlidir. Sekonder baş ağrılarında ise alarm bulgularının fark edilmesi ve sistematik değerlendirme yaklaşımı, klinik güvenlik açısından belirleyicidir. Son olarak, biyopsikososyal modelin sunduğu bütüncül bakış açısı; komorbiditeler, yaşam tarzı, stres ve uyku gibi faktörlerin yönetimdeki rolünü görünür kılar ve bireyselleştirilmiş çok bileşenli planlamayı destekler.

Kaynakça

- Ailani, J., Burch, R. C., & Robbins, M. S. (2021). The American Headache Society Consensus Statement: Update on integrating new migraine treatments into clinical practice. *Headache*, 61(7), 1021–1039. doi:10.1111/head.14153
- Do, T. P., Remmers, A., Schytz, H. W., Schankin, C., Nelson, S. E., Obermann, M., Hansen, J. M., Sinclair, A. J., Gantenbein, A. R., & Schoonman, G. G. (2019). Red and orange flags for secondary headaches in clinical practice: SNNOOP10 list. *Neurology*, 92(3), 134–144. doi:10.1212/WNL.00000000000006697
- Engel, G. L. (1977). The need for a new medical model: A challenge for biomedicine. *Science*, 196(4286), 129–136. doi:10.1126/science.847460
- Headache Classification Committee of the International Headache Society (IHS). (2018). The International Classification of Headache Disorders, 3rd edition (ICHD-3). *Cephalalgia*, 38(1), 1–211. doi:10.1177/0333102417738202
- Hus, A. K., GBD 2023 Headache Collaborators. (2025). Global, regional, and national burden of headache disorders, 1990–2023: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2023. *The Lancet Neurology*. (Erken çevrimiçi yayımlanmış makale).
- Nosedá, R., & Burstein, R. (2013). Migraine pathophysiology: Anatomy of the trigeminovascular pathway and associated neurological symptoms, cortical spreading depression, sensitization, and modulation of pain. *Pain*, 154(Suppl 1), S44–S53. doi:10.1016/j.pain.2013.07.021
- Stovner, L. J., Nichols, E., Steiner, T. J., Abd-Allah, F., Abdelalim, A., Al-Raddadi, R. M., ... Vos, T. (2018). Global, regional, and national burden of migraine and tension-type headache, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *The Lancet Neurology*, 17(11), 954–976. doi:10.1016/S1474-4422(18)30322-3

Stovner, L. J., Hagen, K., Jensen, R., Katsarava, Z., Lipton, R. B., Scher, A. I., Steiner, T. J., & Zwart, J.-A. (2007). The global burden of headache: a documentation of headache prevalence and disability worldwide. *Cephalalgia*, 27(3), 193–210. doi:10.1111/j.1468-2982.2007.01288.x

World Health Organization. (2025). Migraine and other headache disorders. Fact sheet (24 October 2025). Erişim: 22.12.2025, <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/headache-disorders>

International Headache Society. (t.y.). ICHD-3: The International Classification of Headache Disorders (evrimii kaynak). Erişim: 22.12.2025, <https://ichd-3.org/>

National Institute of Neurological Disorders and Stroke. (2025). Headache information page. Erişim: 22.12.2025, <https://www.ninds.nih.gov/health-information/disorders/headache>

BÖLÜM 4

OMUZUN FONKSİYONEL ANATOMİSİ

TUBA ZOROĞLU¹
DERYA ÇINAR²

Giriş

Omuz kompleksinin fonksiyonel anatomisi, mekaniğini anlamak, çeşitli patolojiler için müdahaleleri geliştirmek ve optimal rehabilitasyon sonuçlarını teşvik etmek açısından kritik öneme sahiptir. Omuzun karmaşık yapısı glenohumeral, akromiyoklavikular, sternoklavikular ve skapulotorasik eklemlerin etkileşiminden kaynaklanmaktadır. Bu eklemlerin her biri, omuzun genel işlevselliği ve biyomekaniğinde farklı bir rol oynar. Örneğin, Rijal, skapulanın sadece hareketlilik için değil, aynı zamanda stabilite için de hayati önem taşıdığını ve omuz hareketi sırasında kas hareketleri için bir temel sağladığını vurgulamaktadır. Bu eklemler arasındaki karmaşık ilişkiler hem hareketlilik hem stabilite

¹ Tuba ZOROĞLU, Dr. Öğr., Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Karabük/Türkiye, Orcid: 0000-0003-1267-8882, tubazoroglu@karabuk.edu.tr

² Dr. Öğr. Üyesi, Derya ÇINAR, Karabük Üniversitesi, Sağlık Hizmetleri MYO, Tıbbi Hizmetler ve Teknikler Bölümü, Karabük/Türkiye, Orcid: 0000-0003-2481-9507, deryaacar@karabuk.edu.tr

hem de yaralanmaların önlenmesi için kritik olan koordineli omuz hareketine katkıda bulunur (Neumann, 2003; Rijal, 2024).

Omuz Kompleksinin Yapısı

Klavikulanın medial ucu, manubrium sterninin lateral üst parçası ve birinci kosta arasındaki eklem **sternoklavikular eklem**dir. Bu eklem, apendiküler iskelet ile aksiyal iskelet arasındaki bağlantıyı sağlar. Aynı zamanda iyi bir stabilite oluştururken yeterli hareket imkânı sunmalıdır. Sellar eklem yüzeyinin varlığı ve periartiküler doku destekleri, bu işlevlerin yerine getirilmesine yardımcı olur (Neumann, 2003; Rockwood, 2009)

Sternoklavikular eklem üç farklı düzlemde hareket edebilme yeteneğine sahiptir. Frontal düzlemde, bu hareketler elevasyon ve depresyon olarak gerçekleşirken, horizontal düzlemde protraksiyon ve retraksiyon hareketleri meydana gelir; sagittal düzlemde ise rotasyon hareketleri gözlemlenir. Bu hareketlerin tümü, humerus başının doğru bir şekilde konumlanabilmesi için skapulanın doğru yerleştirilmesini sağlamaktadır. Baş üstü aktiviteler gerçekleşirken sternoklavikular eklemde bu hareketlerin tümü gözlemlenmektedir (Neumann, 2003; Ludewig, 2009).

Sternoklavikular eklemde, 35°- 45° aralığında elevasyon ve 10°'lik depresyon hareketleri mevcuttur. Elevasyonu kostoklavikular ligament sağlar; depresyon ise interklavikular ve kapsüler ligamentler aracılığıyla kontrol edilmektedir. 15°'lik protraksiyon ve retraksiyon hareketleri sırasında kostoklavikular ve kapsüler ligamentler rol oynamaktadır (Conway, 1961; Moseley, 1968). 20°- 35° arasındaki posterior rotasyon, kolun baş üstü seviyeye kaldırılmasıyla ortaya çıkmaktadır. Subakromial sıkışma sendromu yaşayan bireylerde, skapular düzlemde elevasyon sırasında posterior rotasyonun azalmakta olduğu gözlemlenmiştir (Lawrence, 2014; Inman, 1944).

Akromiyoklavikular eklem, klavikula'nın distal ucu ile akromion arasında yer alan plana tipi eklemdir. Bu eklemdaki yüzeyler fibrokartilaj dokusuyla örtülüdür ve genellikle intraartiküler bir disk ile ayrılmıştır (Taner, 2015). Eklemdaki küçük açılı hareketler toraks ve skapulayı yönlendirerek optimal glenohumeral eklem hareketi sağlar. Eklemde temel hareketi, frontal düzlemle uyumlu olarak gerçekleşen yukarı ve aşağı rotasyondur. Akromiyoklavikular eklemde yukarı rotasyonu, skapulanın yukarı rotasyonu ile baş üzeri aktiviteler sırasında ortaya çıkar ve yaklaşık 30° olarak hesaplanır. Aşağı rotasyon anatomik pozisyona geri dönüşü ifade eder (Neumann, 2003). Eklemde ikincil hareketleri horizontal düzlemde internal ve eksternal rotasyon ile sagittal düzlemde anterior ve posterior tilttir. Rotasyona dayalı bu uyum hareketleri sayesinde omuz hareketleri esnasında skapula ve klavikulanın izlediği yol ile toraks üzerindeki konumu hassas bir şekilde düzenlenebilir (Neumann, 2003; Lawrence, 2014).

Skapulotorasik eklem aksiyal iskelete atmosfer basıncı ve aksiyoskapular kaslar aracılığıyla tutunan, omuz kompleksinde geniş hareket açıklığını mümkün kılan fonksiyonel bir eklemdir. İstirahatte skapula; yaklaşık 10° anterior tilt, 5–10° yukarı rotasyon ve 30–40° internal rotasyon pozisyonunda olup bu pozisyon skapulalar düzlemle uyumludur. Skapulotorasik eklemdaki postüral veya kinematik bozukluklar, glenohumeral eklem hareketlerini önemli ölçüde etkiler. Bu eklemde hareketleri, sternoklavikular ve akromioklavikular eklemlerin koordinasyonu ile oluşur. Elevasyon–depresyon, protraksiyon–retraksiyon ve yukarı–aşağı rotasyon bu iş birliğiyle gerçekleşir. Özellikle yukarı rotasyon, kolun baş üzeri hareketlerinde kritik öneme sahiptir ve sternoklavikular eklemda klavikula elevasyonu ile akromiyoklavikular eklemda yukarı rotasyonun birleşmesi sonucu yaklaşık 60°'lik bir hareket oluşur.

Yukarı rotasyon, özellikle üç fonksiyonun gerçekleşmesinde kritik öneme sahiptir (Neumann, 2003; Michener, 2003; Graichen, 2001).

1. Glenoid fossayı anterolaterale ve superiora yönlendirerek üst ekstremitenin geniş hareketini artırmak

2. Abduktör kaslarda gerim-uzunluk ilişkisini sağlamak

3. Subakromial aralığın hacmini korumaya yardımcı olmak

Glenohumeral eklem, glenoid fossa ile humerus başı arasında yer alan sferoid tipte bir eklemdir. Humerus başı, retroversiyon konumundadır. Bu konum, glenoid fossa ile yüz yüze gelmesini sağlayarak skapular düzlemde konumlanmasına olanak tanır (Neumann, 2003; Demirhan, 1993). Sagittal düzlemde gerçekleşen fleksiyon ve ekstansiyon esnasında artrokinematik olarak da kayma hareketi meydana gelir. Omuzun 180° fleksiyonu, glenohumeral eklemden 120°'lik harekete eşlik eden 60° skapulotorasik yukarı rotasyon ile tamamlanır. Yaklaşık 65° ekstansiyon meydana gelir (Neumann, 2003).

Abdüksiyon sırasında humerus başında superior yöne yuvarlanma ve inferiora kayma görülür. Bu artrokinematik hareketler glenohumeral eklemin 120° abdüksiyonu ve skapulotorasik eklemin 60° yukarı rotasyonu ile meydana gelir. Abdüksiyonun sorunsuz gerçekleşmesi için 6 temel şart sağlanmalıdır (Giphart, 2013; Chopp, 2012):

1. skapulohumeral ritmin glenohumeral ve skapulotorasik eklemlerde sırasıyla 2:1 oranında gerçekleşmesi

2. Skapulotorasik eklem yukarı rotasyon ile sternoklavikular eklemden elevasyon ve akromiyoklavikular eklemden yukarı rotasyon oluşması

3. Klavikulanın sternoklavikular ekleme doğru retraksiyonu

4. Skapulanın yukarı rotasyonuna eşlik eden posterior tilt ve eksternal rotasyonu

5. Klavikulanın posterior rotasyonu

6. Glenohumeral eklemden eksternal rotasyon

Humerusun eksternal rotasyonu esnasında anteriora kayma ve posteriora yuvarlanma gerçekleşirken internal rotasyonda bunun tam tersi meydana gelir. Kolun gövde yanındaki 0° abduksiyon pozisyonunda rotasyon miktarları azken, 90° abduksiyonda rotasyon açıları artar (Neumann, 2003).

Omuz Kompleksinde Kas ve Eklem Etkileşimleri

Omuz kompleksi kasları fonksiyonel açıdan proksimal stabilizatörler ve distal mobilizatörler olarak iki ana grupta ele alınmaktadır. Kolumna vertebralis, kostalar veya kraniumdan köken alarak skapula ve klavikulaya tutunan kaslar proksimal stabilizatörler olarak tanımlanırken; skapula ve klavikuladan başlayıp kol ve önkola uzanan kaslar distal mobilizatörler grubunu oluşturur. Omuz kompleksinin sağlıklı ve verimli çalışabilmesi, bu iki kas grubunun uyumlu ve senkronize etkileşimine bağlıdır (Neumann, 2003).

Proksimal stabilizatörler, skapulotorasik (ST) eklemin stabilitesi ve hareket kontrolünde görev alan kaslardır. ST eklemden elevasyon hareketi esas olarak trapezius kasının üst lifleri, levator skapula ve rhomboideus kasları tarafından sağlanır (De Freitas, 1979). Bu kaslar aynı zamanda omuz kuşağının optimal postürünün korunmasında önemli rol oynar. Bu desteğin yetersiz kaldığı durumlarda yerçekiminin ST eklem üzerindeki etkisi artar ve skapulanın pozisyonu bozulur (Neumann, 2003). Örneğin, yuvarlak omuz postüründe skapulanın depresyon, protraksiyon ve aşağı rotasyonda konumlanması, sternoklavikular (SK) ve glenohumeral (GH) eklemlerde artmış biyomekanik yüklere neden olur. Bu yükler

subakromial boşluğa aktarılabilir ve sonuç olarak yumuşak dokularda sıkışma gelişebilir (Borstad, 2006; Kibler, 2013; Ludewig, 2000).

ST eklemdede depresyon hareketine trapezius kasının alt lifleri, latissimus dorsi, pectoralis minör ve subclavius kasları katkı sağlar (Neumann, 2003). Protraksiyonun temel kası serratus anterior olup, bu hareketin antagonistleri trapeziusun orta ve alt lifleri ile rhomboideus kaslarıdır (Neumann, 2003). Yukarı rotasyon sırasında serratus anterior ile trapeziusun üst ve alt lifleri aktif rol oynarken; rhomboideus kasları ve pectoralis minör skapulanın aşağı rotasyonunu gerçekleştirir (Lugo, 2008).

Distal mobilizatör kaslar, görevlerine göre sınıflandırılır. Kolda elevasyonu sağlayan kaslar, kolun belirli bir düzlem belirtilmeksizin yukarı doğru hareketi elevasyon olarak tanımlanır ve bu hareket sagittal, frontal ya da skapular düzlemde gerçekleşebilir. Elevasyon sırasında; GH eklemdede kolu yukarı kaldıran kaslar, ST eklemdede yukarı rotasyonu sağlayan kaslar ve GH eklemin dinamik stabilitesini ve artrokinematikliğini kontrol eden rotator manşet kasları birlikte çalışır (Neumann, 2003). Kol elevasyonunda deltoid kasının anterior ve orta lifleri, supraspinatus, coracobrachialis ve biceps brachii kasları etkindir. Bu kaslar aktivasyonları sırasında GH eklem yüzeylerinde kompresyon kuvveti oluşturur. Söz konusu kompresif yük, özellikle 60–120° elevasyon aralığında en yüksek seviyeye ulaşır. Fizyolojik sınırlar içerisinde oluşan bu kuvvet, eklem temas alanını artırarak temas basıncının dengelenmesine katkı sağlar (Soslowsky, 1992). ST eklemdede yukarı rotasyon sırasında serratus anterior, glenoid fossayı lateral ve yukarı yönde konumlandırır. Alt trapezius skapulayı medial ve superior yönde çekerek yukarı rotasyona katkı sağlarken, üst trapezius lifleri klavikula hareketi aracılığıyla skapulada dolaylı bir rotasyon oluşturur. Bu eş zamanlı kas aktivitesi skapulada eksternal rotasyon ve posterior tilt meydana getirir. Böylece

skapulanın toraks üzerindeki stabilitesi artar, anormal skapular hareketler sınırlandırılır ve GH eklem ile subakromial aralıktaki yumuşak dokular üzerindeki yük azalır (Kibler, 2013; Ludewig, 2009).

Rotator manşet kas grubu; subskapularis, supraspinatus, infraspinatus ve teres minör kaslarından oluşur. Bu kaslar, GH eklemine doğal laksitesine karşı koyarak dinamik stabilite sağlar. Kapsüle yakın yapışma bölgeleri sayesinde humerus başının glenoid fossaya santralizasyonunu artırır. Humerusa rotasyon yaptırırken aynı zamanda eklem yüzeyleri arasındaki uyumu korurlar (Labriola, 2005; Veeger, 2007).

GH eklem abduksiyonu sırasında supraspinatus kası, humerus başının glenoid fossada stabil kalmasını ve superior yönde yuvarlanmasını desteklerken, aşırı superior translasyonu sınırlandıran bir bariyer görevi görür. İnfraspinatus, teres minör ve subskapularis kasları ise humerus başına inferior yönde kuvvet uygulayarak depresyon sağlar. GH abduksiyonunun temel kinematik prensiplerinden biri olan eksternal rotasyon da infraspinatus ve teres minör kaslarının aktivitesiyle gerçekleşir (Halder, 2001; Terrier, 2007).

Omuzun adduksiyon ve ekstansiyonunda latissimus dorsi, teres majör ve pectoralis majör kasları geniş moment kolları sayesinde başlıca rol oynar. Deltoid kasının posterior lifleri ile triseps brachii kasının uzun başı da bu hareketlere yardımcı olur (Kuechle, 1997). Rotator manşet kasları ise bu hareketler sırasında humerus başının stabilitesini korumak ve hareketi desteklemek amacıyla aktive olur (Kronberg, 1990).

Omuzun internal rotasyon hareketi subskapularis, pectoralis majör, latissimus dorsi, teres majör ve deltoid kasının anterior lifleri tarafından gerçekleştirilir. İnternal rotatör kasların toplam kas kütlesi

eksternal rotatörlere kıyasla daha fazladır ve bu durum daha yüksek tork üretimine olanak tanır (Neumann, 2003; Shklar, 1995).

Eksternal rotatör kaslar ise omuz kompleksinde en düşük kas kütesine sahip grubu oluşturur ve buna bağlı olarak ürettikleri tork da daha düşüktür. İnfraspinatus, teres minör ve deltoid kasının posterior lifleri eksternal rotasyon hareketinden sorumludur (Neumann, 2003).

Fonksiyonel Hareketler Esnasında Omuz Kompleksinin Rolü

Omuz hareketlerinin, özellikle yüksek kol pozisyonlarındaki biyomekaniğini anlamak, omuz yaralanmalarının nasıl meydana geldiğini ve rehabilitasyonun nasıl optimize edilebileceğini belirlemek için çok önemlidir. Skapula dinamikleri, kas aktivasyon kalıpları ve bu hareketlerin omuz patolojisi olan bireyler için sonuçları ve omuz kinematiki ile ilgili bulgular bu bölümde sentezlenecektir.

Omuz kompleksi, esas olarak glenohumeral, akromiyoklavikular ve sternoklavikular eklemleri içeren çeşitli eklemliler yapılarından oluşur. Bu ilişki, yalnızca kapsamlı hareketliliği kolaylaştırmakla kalmaz, aynı zamanda kol kaldırma sırasında bu eklemler arasında hareketlerin hassas koordinasyonuna duyulan ihtiyacı da gerektirir. Rajaratnam'ın bildirdiğine göre, kol hareketi sırasında dinamik stabilite ve hareketlilik, eklem mekaniğinin kas kuvvetleri, eklem geometrisi ve bağ kısıtlamalarından etkilendiği bu karmaşık düzenlemeye büyük ölçüde bağlıdır (Rajaratnam, 2014; Karduna vd., 1996). Bu karmaşık sistemdeki bozukluklar veya yaralanmalar, etkili elevasyon için gerekli olan koordineli hareketi bozarak skapular diskinezi veya diğer omuz fonksiyon bozukluklarına yol açabilir (Roy vd., 2007).

60°'nin üzerinde kol pozisyonlarında, skapulotorasik eklemdaki skapular hareket ile glenohumeral eklemdaki humerus hareketi arasındaki koordinasyon, omuz kuşağının dengesini ve

stabilitesini korumak için çok önemlidir (Salles & Pascoal, 2025). Özellikle, etkili skapular yukarı rotasyon ve posterior tiltin optimal omuz fonksiyonu için gerekli olduğunu göstermektedir. Yetersiz yukarı rotasyon ve değişmiş tilt kalıpları, bireylerin omuz eklemi stabilize etme çabasıyla kompanse edici hareketler sergilemesi nedeniyle omuz ağrısı ve sıkışmasıyla ilişkilendirilmiştir (Shih & Wang, 2019; Cools vd., 2003).

Anormal skapular hareket ile karakterize edilen skapular diskinezi, genellikle optimal olmayan kol ve omuz biyomekaniğine yol açar (Sayaca vd., 2021). Daha düşük elevasyon açılarında artmış skapular anterior tilt gibi ortaya çıkan kompanse edici mekanizmalar, yaralanmaya veya ağrıya yanıt olarak kinematik ayarlamaların nasıl gerçekleştiğini gösterir (Hung vd., 2021). Çalışmalar, omuz disfonksiyonu olan bireylerde, elevasyon sırasında skapulanın yukarı rotasyonunda ve posterior tiltinde önemli bir azalma olduğunu ve omuz stabilitesinin bozulduğunu gösterir. (Cools vd., 2003; Rajaratnam vd., 2013).

Kas aktivasyonunun, elevasyon sırasında omuz dinamiklerindeki rolü büyüktür. Elevasyon, başta deltoid, rotator manşet kasları ve skapular stabilizatörler olmak üzere çeşitli kas grupları arasında koordineli bir çaba gerektirir. Elevasyonda deltoid merkezi bir rol oynar. Ön deltoid, özellikle hareketin başlarında aktiftir ve omuz fleksiyonuna ve abdüksiyonuna önemli ölçüde katkıda bulunur (Hawkes vd., 2011). Elevasyonun ilk aşamasında (yaklaşık 0° ila 60°), supraspinatus glenohumeral eklemi stabilize etmek için aktif olarak devreye girer ve sonraki hareketler sırasında optimal fonksiyonun sağlanması için katkısı da kritiktir (Sahara vd., 2020; Moroder vd., 2022).

Rotator manşet kasları, elevasyon sırasında omuz stabilitesi için hayati öneme sahiptir. Çalışmalar hem infraspinatus hem de subskapularis kaslarının, yük altında eklem bütünlüğünü korumak için deltoid kası ile birlikte önemli ölçüde senkronize ateşleme

sergilediğini göstermektedir (Hawkes vd., 2011, Yeung vd., 2024). Rotator manşetin rolü, humerus başının glenoid boşluğu içindeki konumunu düzenleyerek, dinamik görevler sırasında yaralanmaya yol açabilecek aşırı translasyonu önler (Gaunt vd., 2010). Özellikle, supraspinatus, abduksiyon aktivitelerinin başlamasından önce devreye girerek, elevasyon hareketleri sırasında rotator manşet yırtılmalarına karşı önleyici rolünü vurgular (Sahara vd., 2020; Sharkey & Marder, 1995).

Omuz elevasyonunun orta aralığında, tipik olarak 60° ile 90° arasında, araştırmalar genel kas aktivasyonunun zirveye ulaştığını göstermektedir. Omuz instabilitesi olan hastalarda, sağlıklı bireylere kıyasla stabilizatör kaslarının aktivasyonunda belirgin bir artış vardır (Yamamoto vd., 2010). Bu adaptif yanıt, genellikle olumsuz koşullar altında eklem bütünlüğünü korumak için kompanse edici mekanizmaları içerir (Rajaratnam vd., 2013).

Maksimum elevasyon sırasında da ön ve orta deltoid kaslarının belirgin bir aktivite gösterdiğini, arka deltoid kasının ise kol daha yüksek abduksiyon açılara ulaşana kadar daha az aktif kaldığını göstermektedir (Hawkes vd., 2019; Kurtoğlu, 2023).

Serratus anterior ve üst trapezius gibi kaslar, omuz yükselmesi sırasında skapulanın konumlandırılması için çok önemlidir. Skapulanın yukarı doğru rotasyonunda etkili olan serratus anterior, kol yükseldikçe artan aktivite gösterir; bu da etkili kol hareketi için skapula mekaniğinin gerekliliğiyle ilişkilidir (Yeung vd., 2024; Ludewig vd., 2004). Benzer şekilde, üst trapez kası artmış aktivite gösterir, ancak özellikle omuz sıkışma sendromu olan bireylerde serratus anterior kasında azalmış aktivasyonla birlikte görülür (Worsley vd., 2013). Ayrıca, omuz hareketleri sırasında orta trapez ve serratus anterior kasları arasında değişen derecelerde kas eş aktivasyonu belgelenmiştir ki bu, etkili skapular mekaniği için kritiktir (Yeung vd., 2024).

Bu aktivasyon modellerini anlamak, omuz yaralanmaları için rehabilitasyon protokolleri tasarlarken kritik öneme sahiptir. Rotator manşet kaslarının, deltoid fonksiyonlarının ve skapular stabilizatörlerin spesifik aktivasyonunu hedefleyen egzersizler, iyileşme sonuçlarını optimize edebilir. Örneğin, omuz yükseltme mekanizmasını içeren doğru form ve özel egzersizler, serratus kasının katılımını artırabilir. Ön omuz kası, yüksek yükselme açılarında önemli bir stabilizatördür (Fayad vd., 2008; Escamilla vd., 2009). Ek olarak, izometrik ve dinamik egzersizlerin performansı yoluyla kas aktivasyon paternlerinin modülasyonu, fonksiyonel ihtiyaçlara ve rotator manşet yırtıkları gibi omuz patolojilerinin özelliklerine göre uyarlanabilir (Yeung vd., 2024; Ekstrom vd., 2003; Razmjou vd., 2021).

Ön ve orta deltoid kaslar 90 derece ve üzeri açılarda en aktif haldedir, skapular stabilizatörler ise yükselme açısına yanıt olarak aktivitelerini ayarlayarak eklem stabilizasyonuna daha fazla katkıda bulunurlar (Ludewig & Reynolds, 2009; Sigholm vd., 1983). EMG analizleri, yükselme 180 dereceye yaklaştıkça infrapinatus kasının aktivitesinin arttığını göstermektedir; bu da omuz eklemine etki eden yerçekimi kuvvetlerine karşı koymak için önemlidir (Whittaker vd., 2021).

Baş üstü pozisyonlardaki fonksiyonel hareketlerin ve kinematiğin anlaşılması, özellikle rehabilitasyon ortamlarında klinik uygulamalar için doğrudan sonuçlar doğurmaktadır. Skapular stabilizasyona odaklanan özel egzersiz programlarının omuz fonksiyonel sonuçlarını önemli ölçüde iyileştirebileceği ve yaralanmaları önleyebileceği öne sürülmüştür (Lin & Karduna, 2016; Blache vd., 2018).

Omuz kompleksi, normal günlük aktiviteler sırasında üst ekstremiteler için ana hareket ve güç kaynağı olarak işlev görür. Çeşitli eklemler ve yumuşak dokulardan oluşan anatomik yapısı, uzanma, kaldırma ve taşıma gibi görevler için hayati önem taşıyan

geniş bir hareket aralığı sağlar (Amrein vd., 2023). Yemek pişirme, kişisel bakım ve temizlik gibi yüksek kol pozisyonları gerektiren özel aktiviteler, önemli omuz hareketliliğini gerektirir (Özaras vd., 2009). Araştırmalar, omuz eklemi hareketindeki bozuklukların bu temel görevleri yerine getirmede önemli sınırlamalara yol açabileceğini ve böylece öz bakım ve üretkenliği etkileyebileceğini göstermektedir (Samuelsson vd., 2004; Maier vd., 2014).

Omuz ağrısı ve fonksiyon bozukluğu, bir bireyin günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirme yeteneğini büyük ölçüde engelleyebilir. Rotator manşet patolojisi veya omuz sıkışma sendromu gibi durumlar, tekerlekli sandalye kullanıcıları ve yaşlılar da dahil olmak üzere çeşitli popülasyonlarda yaygın olan ağrı ve hareket aralığında (ROM) sınırlamalar şeklinde kendini gösterir (Tucker vd., 2008, Dalyan vd., 1999; Jensen vd., 2005).

Ayrıca, omuz fonksiyonu bozulduğunda öz bakım aktivitelerine katılımın önemli ölçüde azaldığı gösterilmiştir. Omuz ağrısı olan bireyler giyinme, kişisel bakım ve beslenme gibi görevlerde zorluklar bildirebilir, bu da bağımsızlığın azalmasına yol açabilir (Samuelsson vd., 2004; Gilmore vd., 2004). Omuz hareket açıklığını ve gücünü iyileştirmeye odaklanan rehabilitasyon programları, bu sorunları hafifletmek ve etkilenen bireylerin yaşam kalitesini artırmak için çok önemlidir (Pasachan & Tanajak, 2023; García-Gómez vd., 2019).

Omuz kompleksinin işlevi çok yönlüdür ve sadece hareketi değil, aynı zamanda günlük aktiviteler sırasında etkili bir şekilde kuvvet üretme kapasitesini de kapsar. Bu faktörler, tekerlekli sandalye itme, kaldırma veya baş üstü görevler gibi çeşitli aktivitelerde devreye girer ve omuz eklemine sağlığının genel fonksiyonel yetenek için geniş kapsamlı sonuçlar doğurduğunu gösterir (Bet-Or, n.d.; Longhi vd., 2023).

Omuzun İnnervasyonu

Omuz eklemi, çok çeşitli hareketlerden sorumlu karmaşık bir yapıdır ve hem motor hem de duyuşal işlevselliği sağlayan sinirler ile innerve edilir. Omuz kaslarının büyük çoğunluğu brakiyal pleksustan kaynaklanan sinirler tarafından innerve edilir. Brakiyal pleksus, C5 ila T1 sinir köklerinin ventral dallarından oluşan bir sinir ağıdır. Proksimalden distale doğru brakiyal pleksus, kökler, gövdeler, bölümler ve kordonlar tarafından organize edilir (Xuan D,2023). Tablo 1’de sinir ve işlevleri özetlenmiştir.

Tablo 1. Omuzun İnnervasyonu

Sinir	Köken	Dalları	Motor İnnervasyon	Duyusal İnnervasyon
Aksesuar sinir (CN XI)	Üst spinal kord (C1–C5/C6), medulla oblongata lateral	İç dal, dış dal	Trapezius	Yok
Dorsal scapular sinir	Spinal sinir C5 (anterior ramus)	Yok	Rhomboid major, rhomboid minor, levator scapulae	Yok
Thoracicus longus	Spinal sinirler C5–C7	Yok	Serratus anterior	Yok
Subclavius	Spinal sinirler C5–C6 (anterior ramus)	Yok	Subclavius	Yok
Suprascapular sinir	Brachial plexus superior trunk	Motor kas dalları, duyuşal eklem dalları	Supraspinatus, infraspinatus	AC eklem, glenohumeral eklem

Sinir	Köken	Dalları	Motor İnnervasyon	Duyusal İnnervasyon
Medial pectoral sinir	Medial cord (C8–T1)	Kas dalları	Pectoralis major, pectoralis minor	Yok
Lateral pectoral sinir	Lateral cord (C5–C7)	Kas dalları	Pectoralis major, pectoralis minor	Yok
Musculocutaneous sinir	Lateral cord (C5–C7)	Kas dalları, terminal dal	Coracobrachialis, biceps brachii	Önkolun anterolateral derisi
Üst subscapular sinir	Posterior cord (C5–C6)	Yok	Subscapularis (üst kısmı)	Yok
Alt subscapular sinir	Posterior cord (C5–C6)	Yok	Subscapularis (alt kısmı), teres major	Yok
Thoracodorsal sinir	Posterior cord (C6–C8)	Küçük terminal kas dalları	Latissimus dorsi	Yok
Axillar sinir	Posterior cord (C5–C6)	Anterior, posterior, artiküler dallar	Deltoid, teres minor, triceps (lateral baş)	Glenohumeral eklem, deltoid bölgesi derisi
Radial sinir	Posterior cord (C5–T1)	Kutanöz dallar, kas dalları, derin ve yüzeysel dallar	Triceps brachii	Kolun arka yüzü ve alt dış kısmı

Kaynak: https://www.physiopedia.com/Functional_Anatomy_of_the_Shoulder#cite_note-2-10

Omuzun Vaskülerizasyonu

Omuzun kanlanması esas olarak subklaviyan arter tarafından sağlanır. Subklaviyan arter, omuz bölgesine ve aksilla altına girerken

aksiller artere dönüşür (Xuan D, 2023). Tablo 2’de omuzun vasküler yapıları özetlenmiştir.

Tablo 2. Omuzun Vaskülarizasyonu

Arter	Kökeni (Origin)	Dalları (Branches)	Beslediği Yapılar (Supply)
Dorsal skapular arter	Subklavyen arter	—	Levator scapulae, rhomboid kasları, trapezius
Supraskapular arter	Subklavyen arter	Suprasternal dal, akromial dal	Supraspinatus ve infraspinatus
Superior torasik arter	Aksiller arter	Kollateral ve terminal dallar	Pectoralis major, pectoralis minor, serratus anterior, subclavius
Torakoakromial arter	Aksiller arter	Pektoral, akromial, klavikular, deltoid dallar	Pectoralis major, pectoralis minor, deltoid kası, klavipektoral fasyayı örten deri
Lateral torasik arter	Aksiller arter	Lateral mammary dallar, lateral kutanöz dallar	Serratus anterior, pectoralis major ve minor, subscapularis, aksiller lenf nodları, meme, ön

Arter	Kökeni (Origin)	Dalları (Branches)	Beslediği Yapılar (Supply)
			göğüs duvarı derisi
Subskapular arter	Aksiller arter	Circumflex scapular dal, thoracodorsal arter	Latissimus dorsi, deltoid, triceps brachii (uzun baş), subscapularis, supraspinatus, infraspinatus, serratus anterior ve çevre deri
Anterior circumflex humeral arter (AC)	Aksiller arter	Ascending (yükselen) dal	Glenohumeral eklem, teres major ve minor, deltoid, humerus başı
Posterior circumflex humeral arter (PC)	Aksiller arter	Descending (inen) dal	Glenohumeral eklem, deltoid, teres major ve minor, triceps brachii (uzun ve lateral başlar)

Kaynak: https://www.physiopedia.com/Functional_Anatomy_of_the_Shoulder#cite_note-2-10

Omuz Kompleksinin Klinik Önemi

Öne doğru eğik baş duruşu, levator scapulae kasları üzerindeki gerilimi artırır. Öne doğru eğik baş duruşundan

kaynaklanan artan aktivite nedeniyle levator scapulae kaslarında oluşan gerginlik, servikojenik baş ağrılarına yol açabilir.

Üst trapez kası, motorlu araç kazaları gibi yüksek hızlı kazalar da dahil olmak üzere boyun yaralanmalarında sıklıkla etkilenir.

Kanat skapula, skapula kaslarının zayıf olması veya felci nedeniyle skapulayı stabilize etme yeteneğinin azalması sonucu oluşur. Serratus anterior kasına tek başına innervasyon sağlayan thoracicus longus sinirinin hasarı, skapula kanatlanmasına yol açabilir.

Hastanın skapulasının pozisyonu ve hareketi değiştiğinde, skapular diskinezi veya skapular disritmi adı verilen bir durum yaşayabilir. Bu durum, alt açığı çıkıntısı, medial kenar çıkıntısı, aşırı üst kenar yükselmesi ile karakterizedir.

Omuz instabilitesi, humerus başının glenoid fossa üzerinde istenmeyen yer değiştirmesi nedeniyle omuz pozisyonunun bozulması ve fonksiyonunun kaybı olarak tanımlanır.

Subakromial Sıkışma Sendromu omuz ağrısının en sık nedenlerinden biridir. Doğrudan subakromial aralığı içeren, rotator manşet vaskülaritesindeki değişiklikleri, dejenerasyonu, anatomik veya kemik anomalilerini içeren intrinsik durumlar veya kas dengesizlikleri, rotator manşet ve torakoskapular kaslarda motor kontrol sorunları, postüral değişiklikler, mesleki veya çevresel zorlanmaları içeren ekstrinsik faktörler nedeniyle gelişebilir.

Rotator manşet yırtıkları, omuz ağrısının ve omuzla ilgili sakatlığın önde gelen nedenidir. Dejeneratif değişiklikler, tekrarlayan mikro travmalar, şiddetli travmatik yaralanmalar, travmatik olmayan yaralanmalar ve ikincil disfonksiyonlar rotator manşet yırtıklarına neden olabilir.

Erb felci, doğumda brakial pleksusta, özellikle üst brakial pleksusta bir yaralanma olduğunda ortaya çıkar. Sırt çantalı gezginler veya yürüyüş yaparken ağır yük taşıyan kişiler de brakial pleksusun üst trunkuslarının sıkışmasını yaşayabilirler (Greenfield, 2012; Miniato MA, 2023).

Kaynakça

Amrein, S., Werner, C., Arnet, U., & Vries, W. (2023). Machine-Learning-Based Methodology for Estimation of Shoulder Load in Wheelchair-Related Activities Using Wearables. *Sensors*, 23(3), 1577.

Bet-Or, Y. Refining scapulothoracic kinematic measurement and characterising scapulothoracic resting posture in those with and without chronic non-specific neck pain.

Blache, Y., Gillet, B., Selin, J., Sevrez, V., & Rogowski, I. (2018). Scapular kinematics during scaption in competitive swimmers. *European Journal of Sport Science*, 18(5), 659-666.

Borstad, J.D. (2006). Resting position variables at the shoulder: evidence to support a posture-impairment association. *Physical Therapy*, 86(4), 549-557.

Chopp, J.N., and Dickerson, C.R. (2012). Resolving the contributions of fatigue-induced migration and scapular reorientation on the subacromial space: an orthopaedic geometric simulation analysis. *Human Movement Science*, 31(2), 448-460.

Conway, A.M. (1961). Movements at the sternoclavicular and acromioclavicular joints. *Physical Therapy Reviews* 41:421-32.

Cools, A., Witvrouw, E., Declercq, G., Danneels, L., & Cambier, D. (2003). Scapular Muscle Recruitment Patterns: Trapezius Muscle Latency with and without Impingement Symptoms. *The American Journal of Sports Medicine*, 31(4), 542-549.

Dalyan, M., Cardenas, D., & Gerard, B. (1999). Upper extremity pain after spinal cord injury. *Spinal Cord*, 37(3), 191-195.

Demirhan, M. and Göksan, M.A. (1993). Omuz eklemi biyomekaniği ve kas kontrolü. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica* 27,212-217.

Ekstrom, R., Donatelli, R., & Soderberg, G. (2003). Surface Electromyographic Analysis of Exercises for the Trapezius and Serratus Anterior Muscles. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 33(5), 247-258.

Escamilla, R., Yamashiro, K., Paulos, L., & Andrews, J. (2009). Shoulder Muscle Activity and Function in Common Shoulder Rehabilitation Exercises. *Sports Medicine*, 39(8), 663-685.

Fayad, F., Roby-Brami, A., Yazbeck, C., Hanneton, S., Lefèvre-Colau, M., Gautheron, V., Poiraudau S., & Revel, M. (2008). Three-dimensional scapular kinematics and scapulohumeral rhythm in patients with glenohumeral osteoarthritis or frozen shoulder. *Journal of Biomechanics*, 41(2), 326-332.

García-Gómez, S., Pérez-Tejero, J., Hoozemans, M., & Barakat, R. (2019). Effect of a Home-based Exercise Program on Shoulder Pain and Range of Motion in Elite Wheelchair Basketball Players: A Non-Randomized Controlled Trial. *Sports*, 7(8), 180.

Gaunt, B., McCluskey, G., & Uhl, T. (2010). An Electromyographic Evaluation of Subdividing Active-Assistive Shoulder Elevation Exercises. *Sports Health a Multidisciplinary Approach*, 2(5), 424-432.

Gilmore, P., Spaulding, S., & Vandervoort, A. (2004). Hemiplegic Shoulder Pain: Implications for Occupational Therapy Treatment. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 71(1), 36-46.

Giphart, J.E., Brunkhorst, J.P., Horn, N.H., Shelburne, K.B., Torry, M.R., and Millett, P.J. (2013). Effect of plane of arm elevation on glenohumeral kinematics: a normative biplane fluoroscopy study. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 95(3), 238-245.

Graichen, H., Stammberger, T., Bonél, H., Wiedemann, E., Englmeier, K.H., Reiser, M., and Eckstein F. (2001). Three-dimensional analysis of shoulder girdle and supraspinatus motion patterns in patients with impingement syndrome. *Journal of Orthopaedic Research*, 19(6),1192-1198

Greenfield, B.H. (2012). *Impingement Syndrome and Impingement-Related Instability*. R.A. Donatelli (ed.), *Physical Therapy of the Shoulder*. Missouri: Elsevier, 185-206.

Halder, A.M., Zhao, K.D., Odriscoll, S.W., Morrey, B.F., and An, K.N. (2001). Dynamic contributions to superior shoulder stability. *Journal of Orthopaedic Research*, 19(2) 206-212.

Hawkes, D., Alizadehkhayat, O., Fisher, A., Kemp, G., Roebuck, M., & Frostick, S. (2011). Normal shoulder muscular activation and co-ordination during a shoulder elevation task based on activities of daily living: An electromyographic study. *Journal of Orthopaedic Research*®, 30(1), 53-60.

Hawkes, D., Khaiyat, O., Howard, A., Kemp, G., Frostick, S. (2019). Patterns of muscle coordination during dynamic glenohumeral joint elevation: An EMG study. *Plos One*, 14(2)

Hung, L., Lu, H., Chang, C., Chen, T., Wang, T., & Lu, T. (2021). Effects of Internal Fixation for Mid-Shaft Clavicle Fractures on Shoulder Kinematics During Humeral Elevations. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 9.

Inman, V.T., Saunders, J.B., and Abbott, L.C. (1944). Observations of the function of the shoulder joint. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (330), 3-12.

Jensen, M., Hoffman, A., & Cardenas, D. (2005). Chronic pain in individuals with spinal cord injury: a survey and longitudinal study. *Spinal Cord*, 43(12), 704-712.

Karduna, A., Williams, G., Iannotti, J., & Williams, J. (1996). Kinematics of the glenohumeral joint: Influences of muscle forces, ligamentous constraints, and articular geometry. *Journal of Orthopaedic Research*, 14(6), 986-993.

Kibler, W.B., Ludewig, P.M., McClure, P.W., Michener, L.A., Bak, K., and Sciascia, A.D. (2013). Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the 'Scapular Summit'. *British Journal of Sports Medicine*, 47(14), 877-885.

Kronberg, M., Németh, G., and Broström, L.A. (1990). Muscle activity and coordination in the normal shoulder. An electromyographic study. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (257), 76-85.

Kuechle, D.K., Newman, S.R., Itoi, E., Morrey, B.F., and An, K.N. (1997). Shoulder muscle moment arms during horizontal flexion and elevation. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 6(5), 429-439.

Kurtoğlu, A. (2023). Investigation of Deltoid Muscle Activation From Different Angles in Body Building Athletes. *Sisli Etfal Hastanesi Tip Bulteni / the Medical Bulletin of Sisli Hospital*, 410-415.

Labriola, J.E., Lee, T.Q., Debski, R.E., and McMahon, P.J. (2005). Stability and instability of the glenohumeral joint: the role of shoulder muscles. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 14(1), 32-38.

Lawrence, R.L., Braman, J.P., Laprade, R.F., and Ludewig, P.M. (2014). Comparison of 3-dimensional shoulder complex kinematics in individuals with and without shoulder pain, part 1: sternoclavicular, acromioclavicular, and scapulothoracic joints. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 44(9), 636-645.

Lin, Y. and Karduna, A. (2016). Four-week exercise program does not change rotator cuff muscle activation and scapular kinematics in healthy subjects. *Journal of Orthopaedic Research®*, 34(12), 2079-2088

Ludewig, P. and Reynolds, J. (2009). The Association of Scapular Kinematics and Glenohumeral Joint Pathologies. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 39(2), 90-104.

Ludewig, P., Hoff, M., Osowski, E., Meschke, S., Rundquist, P. (2004). Relative Balance of Serratus Anterior and Upper Trapezius Muscle Activity during Push-Up Exercises. *The American Journal of Sports Medicine*, 32(2), 484-493.

Ludewig, P.M. and Cook, T.M. (2000). Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Physical Therapy*, 80(3), 276-291.

Ludewig, P.M., Phadke, V., Braman, J.P., Hassett, D.R., Cieminski, C.J., and LaPrade, R.F. (2009). Motion of the shoulder complex during multiplanar humeral elevation. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 91(2), 378-389.

Lugo, R., Kung, P., and Ma, C.B. (2008). Shoulder biomechanics. *European Journal of Radiology*, 68(1), 16-24.

Maier, M., Niklasch, M., Dreher, T., Zeifang, F., Rettig, O., Klotz, M., ... & Kasten, P. (2014). Motion patterns in activities of daily living: 3- year longitudinal follow-up after total shoulder arthroplasty using an optical 3D motion analysis system. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 15(1).

Michener, L.A., McClure, P.W., and Karduna, A.R. (2003). Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 18(5), 369-79.

Miniato MA, Anand P, Varacallo MA. Anatomy, Shoulder and Upper Limb, Shoulder. 2023 Jul 24. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan-. PMID: 30725618.

Moroder, P., Chamberlain, A., Gabriel, S., Jacofsky, M., Sengun, M., Spenciner, D DB, Tokish JM, Lacheta L. (2022). Effect of Active and Passive Function of the Posterosuperior Rotator Cuff on Compensatory Muscle Loads in the Shoulder. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 10(5).

Moseley, H.F. (1968). The clavicle: its anatomy and function. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 58, 17-27.

Neumann, D.A. (2003). *Kinesiology of the musculoskeletal system: foundations for rehabilitation* (Second edition). Philadelphia: Elsevier Health Sciences, 121-170.

Özaras, N., Çidem, M., Demir, S., Suyabatmaz, O., Solak, Ö., & Esenyel, M. (2009). Shoulder pain and functional consequences: Does it differ when it is at dominant side or not?. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 22(4), 223-225.

Pasachan, T. and Tanajak, P. (2023). Integrating Artificial Intelligence for Improved Management of Frozen Shoulder and Complications in Breast Cancer Surgery: A Perspective from Thailand. *ChronicDisInt*, 5(1).

Rajaratnam, B. (2014). A Review of Glenohumeral Sensory and Motor Control during Overhead Arm Elevation. *Journal of Scientific Research and Reports*, 3(24), 3031-3044.

Rajaratnam, B., Goh, J., Kumar, P. (2013). Control strategies to re-establish glenohumeral stability after shoulder injury. *Sports Medicine Arthroscopy Rehabilitation Therapy & Technology*, 5(1).

Razmjou, H., Osnabrugge, V., Anunciacion, M., Nunn, A., Drosdoweck, D., Roszkowski, A., Szafirowicz A, Boljanovic D,

Wainwright A, & Nam, D. (2021). Maximizing Muscle Function in Cuff-Deficient Shoulders: A Rehabilitation Proposal for Reverse Arthroplasty. *Journal of Shoulder and Elbow Arthroplasty*, 5.

Rijal, R. (2024). The scapular's roles in developing shoulder complex function. . *Indonesian Contemporary Nursing Journal (ICON Journal)*, 8(2), s. 68-70.

Rockwood, C.A. Jr. and Matsen III, F.A. (2009). *The Shoulder*. (Fourth edition). Philadelphia: WB Saunders,1-200.

Roy, J., Moffet, H., Hébert, L., St-Vincent, G., & McFadyen, B. (2007). The reliability of three-dimensional scapular attitudes in healthy people and people with shoulder impingement syndrome. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 8(1).

Sahara, R., Hamada, J., Yoshizaki, K., Endo, K., SEGAWA, D., & Yamaguchi, M. (2020). Kinematic Differences between Two Types of Forward Elevations of the Shoulder Joint: Flexion and Reaching Elevation. *The Open Orthopaedics Journal*, 14(1), 15-25.

Salles, F. and Pascoal, A. (2025). A Kinematic Study on the Use of Overhead Squat Exercise with Elastic Resistance on the Shoulder Kinetic Chain Approach. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 10(1), 97.

Samuelsson, K., Tropp, H., & Gerdle, B. (2004). Shoulder pain and its consequences in paraplegic spinal cord-injured, wheelchair users. *Spinal Cord*, 42(1), 41-46.

Sayaca, Ç., Unal, M., Çalık, M., Eyüboğlu, F., Kaya, D., & Özenci, A. (2021). Scapular Dyskinesis, Shoulder Joint Position Sense, and Functional Level After Arthroscopic Bankart Repair. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 9(8).

Sharkey, N. and Marder, R. (1995). The Rotator Cuff Opposes Superior Translation of the Humeral Head. *The American Journal of Sports Medicine*, 23(3), 270-275.

Shih, Y. and Wang, Y. (2019). Spiking Kinematics in Volleyball Players With Shoulder Pain. *Journal of Athletic Training*, 54(1), 90-98.

Shklar, A., and Dvir, Z. (1995). Isokinetic strength relationships in shoulder muscles. *Clinical biomechanics* (Bristol, Avon), 10(7), 369-373.

Sigholm, G., Herberts, P., Almström, C., & Kadefors, R. (1983). Electromyographic analysis of shoulder muscle load. *Journal of Orthopaedic Research®*, 1(4), 379-386.

Soslow, L.J., Flatow, E.L., Bigliani, L.U., Pawluk, R.J., Ateshian, G.A., and Mow, V.C. (1992). Quantitation of in situ contact areas at the glenohumeral joint: a biomechanical study. *Journal of Orthopaedic Research*, 10(4), 524-534.

Taner, D. (2015). Fonksiyonel Anatomi: Ekstremiteler ve sırt bölgesi. (11.Baskı). Ankara: Hekimler Yayın Birliği, 114-119.

Terrier, A., Reist, A., Vogel, A., and Farron, A. (2007). Effect of supraspinatus deficiency on humerus translation and glenohumeral contact force during abduction. *Clinical Biomechanics* (Bristol, Avon), 22(6), 645-651.

Tucker, C., Bagley, A., Weddock, K., Church, C., Henley, J., & Masiello, G. (2008). Kinematic Modeling of the Shoulder Complex in Tetraplegia. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*, 13(4), 72-85.

Veeger, H.E., and van der Helm, F.C. (2007). Shoulder function: the perfect compromise between mobility and stability. *Journal of Biomechanics*, 40(10), 2119-2129.

Whittaker, R., Alenabi, T., Kim, S., & Dickerson, C. (2021). Regional Electromyography of the Infraspinatus and Supraspinatus Muscles During Standing Isometric External Rotation Exercises. *Sports Health a Multidisciplinary Approach*, 14(5), 725-732.

Worsley, P., Warner, M., Mottram, S., Gadola, S., Veeger, H., Hermens, H., Morrissey D, Little P, Cooper C, Carr A, & Stokes, M. (2013). Motor control retraining exercises for shoulder impingement: effects on function, muscle activation, and biomechanics in young adults. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 22(4), e11-e19.

Xuan D. Exploring Shoulder Anatomy. Plus 2023

Yamamoto, A., Takagishi, K., Osawa, T., Yanagawa, T., Nakajima, D., Shitara, H., Kobayashi, T. (2010). Prevalence and risk factors of a rotator cuff tear in the general population. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 19(1), 116-120

Yeung, A., Fernando, A., Patel, M., Gatto, L., & Ackland, D. (2024). Muscle and joint function in the rotator cuff deficient shoulder. *Journal of Orthopaedic Research*, 42(10), 2131-2139.

BÖLÜM 5

PATELLOFEMORAL AĞRI SENDROMU: BÜTÜNCÜL BİR DEĞERLENDİRME

SİMGE DÖNMEZ¹

Giriş

Patellofemoral ağrı sendromu (PFAS), sporcularda en sık karşılaşılan ön diz ağrısı sebeplerinden biri olup, squat, koşu, uzun süre oturma, merdiven çıkma gibi diz fleksiyonu gerektiren aktivitelerle deneyimlenen ağrı ile karakterizedir. Sporcular arasında görülen tüm diz ağrılarının %25-40'ı PFAS'den kaynaklanmaktadır (Crossley, van Middelkoop, et al., 2016). PFAS tanısı koyulmadan önce eklem çevresindeki yapıların değerlendirilip osteoartrit ve kondromalazi gibi problemlerden ayırt edilmesi önem arz etmedir. PFAS'ye geleneksel yaklaşım, daha çok yalnızca diz ve patella çevresindeki yapılara odaklanırken; PFAS'nin biyomekanik, kas kuvvet dengesizlikleri, kalça-diz-ayak bileği kinetik zincirindeki dengesizlikler gibi birçok sebepten kaynaklanan multifaktöriyel bir problem olduğu anlaşıldıktan sonra daha bütüncül bir bakış açısı geliştirilmiştir. Bu nedenle PFAS'nin doğru değerlendirilmesi ve

¹ Araştırma Görevlisi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Orcid: 0000-0003-4072-4460

buna yönelik etkili bir strateji geliştirilmesi sporcuların performansı açısından önemli bir rol oynamaktadır. Bu bölümde PFAS'nin sporcularda değerlendirilmesine yönelik güncel kanıta dayalı metotlar ele alınacak ve klinik karar vermeyi destekleyecek kapsamlı bir çerçeve sunulacaktır.

Tanımı

2016 yılında yayınlanan bir uzlaşma bildirisinde PFAS, genellikle merdiven çıkma, çömelme, uzun süre oturma, koşma ve zıplama gibi dizin fleksiyonda yük taşımamasını gerektiren aktivitelerle birlikte artan, patellanın altında, çevresinde veya medialinde meydana gelen diffüz ağrı olarak tanımlanmıştır. Ağrıya hafif/orta düzeyde eklem içi efüzyonu ve krepitasyon da eşlik edebilir. Literatürde PFAS yerine “koşucu dizi”, “ön diz ağrısı” veya “kondromalazi patella” terimlerinin kullanıldığı görülmektedir. Fakat “koşucu dizi” ve “ön diz ağrısı” bire bir PFAS'yi yansıtmaz (Crossley, Stefanik, et al., 2016). Çünkü PFAS, ön diz ağrısının ve koşucularda görülen diz ağrısının en yaygın sebeplerinden birisidir. Bir başka deyişle, PFAS'nin kapsamı daha dardır. “Kondromalazi patella” ise patellofemoral eklemdaki kıkırdak dokuda meydana gelen defekt sonucu görülen yapısal bir patolojidir (Duong, Oo, Ding, Culvenor, & Hunter, 2023) ve PFAS ile aynı anlamlara gelmemektedir.

Epidemiyolojisi

Güncel epidemiyolojik verilere göre, genel popülasyonda PFAS'nin yıllık prevalansı %22,7'dir, adolesanlarda ise bu oran %28,9'a yükselmiştir (B. E. Smith et al., 2018). Diz ağrısıyla spor kliniklerine başvuran bireylerin tüm ağrı nedenlerinin %25-40'ını PFAS oluşturmaktadır (Crossley, van Middelkoop, et al., 2016). Özellikle koşucular arasında yüksek insidansa sahiptir ve koşuyla ilişkili yaralanmaların %46'sını PFAS oluşturmaktadır (Gaitonde, Ericksen, & Robbins, 2019). Cinsiyetler arasındaki farklara

bakıldığında, kadınlarda insidans erkeklere göre daha yüksektir (B. E. Smith et al., 2018). Düzenli koşu ve sıçrama aktiviteleri içeren spor yapan genç kadın bireylerde insidans 2-10 kat artmış durumdadır (Foss, Myer, Magnussen, & Hewett, 2014).

Patellofemoral Eklem Anatomisi ve Biyomekaniği

Patellofemoral eklem, patella ve femurun trochleası arasındaki bir eklemdir. Patella, femur ve tibia arasındaki ana diz eklemi içerisinde kaldıraç görevi görür. Quadriceps kası patellayı geçerek tibial tüberküle yapışır; bu sayede dizin ekstansiyonu sırasında kasın uygulaması gereken kuvveti azalır ve ekstansör moment daha verimli bir şekilde üretir (Patel & Villalobos, 2017). Patellofemoral eklemi stabilize eden statik ve dinamik yapılar arasında quadriceps, vastus medialis onliquus, patellar tendon, medial patellofemoral ve patellotibial ligament, medial, lateral ve oblik lateral retinakulum, patellotibial ve epikondilopatellar bantlar yer almaktadır (Sherman, Plackis, & Nuelle, 2014). Patellofemoral eklem stabilizasyonunu sağlayan en önemli yapılar, ekstansör mekanizmayı oluşturmaktadır. Bunlar rectus femoris, vastus lateralis, vastus medialis obliquus (VMO), ve vastus intermedius kaslarından oluşan quadriceps kas grubudur. Bu kaslardan özellikle VMO, patellanın medialine insersiyoyu yaparak patellanın lateral hareketini medialden limitlemektedir (Akgün, Tandoğan, & Alpaslan, 1999). VMO'nun yeteri kadar kuvvet ve moment üretememesi, vastus lateralis'in de fonksiyonunu olumsuz etkileyerek patellanın lateral yöne olan hareketini sınırlandırmada yeteri kadar etkin rol alamamasına yol açar. Yapılan laboratuvar çalışmalarda da VMO kasının aktivasyonundaki azalmanın patellanın laterale olan tiltini artırdığı gösterilmiştir (Akgün et al., 1999). Sonuç olarak, dizin stabilizasyonunda görevli statik ve dinamik yapılar arasındaki uyumsuzluklar, patellanın biyomekaniğini etkileyebilmektedir.

Dizin tam ekstansiyonunda patella hafif lateral konumlanmıştır. Dizin fleksiyonuyla birlikte patella hafif mediale doğru kayar ve bu sayede fleksiyon derecesi arttıkça düzgünce trochleaya yerleşir. Dizin normal eklem hareket açıklığı sırasında patella ve femur arasındaki temas yüzeyleri sürekli olarak değişmektedir. 20° diz fleksiyonunda patella ve femur arasındaki temas başlar, 90°'ye kadar artarak maksimum temas yüzeyine ulaşır. Fleksiyonun ilk 60°'sinde patellanın temas yüzeyi artar. 90°'yi geçtiğinde trochlea ile temas eden quadriceps'in tendonudur ve eklem reaksiyon kuvvetinin bir kısmı tendon tarafından emilir. Bu da toplam eklem reaksiyon kuvvetlerinin dengelenmesini sağlar. Diz fleksiyonu 90°-135° arasında patella rotasyona uğrar ve artık temas ettiği yapı medial ve odd fasetlerdir (Sherman et al., 2014).

Patellanın anatomisinde önemli bir diğer parametre, tibial tüberkül ile trochlear oluk arasındaki mesafedir. Literatürde bu mesafenin kontrol grubu bireylerinde 10 ± 3 mm civarında olduğu, patellar instabilite olan bireylerde ise daha yüksek (ortalama 14 ± 4 mm) olduğu bildirilmiştir (Vairo, Moya-Angeler, Siorta, Anderson, & Sherbondy, 2019). Bazı çalışmalarda ise 15 mm'nin üzerindeki mesafelerin patellar instabilite gelişme riskiyle ilişkili olduğu tanımlanmıştır (Chouhan et al., 2025). “Uyum açısı”, patellanın trochlea içindeki konumunu değerlendiren ve lateralizasyonunun (subluksasyonunu) belirlenmesinde kullanılan kullanılan radyografik bir parametredir (Gaitonde et al., 2019).

Normal yürüyüş sırasında dizde meydana gelen 9°'lik fleksiyon, patellofemoral eklemdeki reaksiyon kuvvetinin vücut ağırlığının yaklaşık yarısı kadar meydana gelmesini sağlar. Merdiven çıkma ve inme sırasındaki 60° diz fleksiyonunda ise bu eklem reaksiyon kuvvetleri ağırlığın 3,3 katına çıkar. Squat pozisyonunda ise 90°'de bu kuvvetler vücut ağırlığının 6,5 katına, 130° tam çömelmede ise 7,8 katına çıktığı daha önce yapılan bir çalışmada kanıtlanmıştır (Jaquith & Parikh, 2017).

Etiyolojisi-Patofizyolojisi/Patobiyomekaniği

PFAS'nin nedenleri konusunda kesin bir fikir birliğine varılamamıştır. Geçmişte patellanın hizalanma bozukluğundan kaynaklandığı düşünülse de (Dutton, Khadavi, & Fredericson, 2016), son yıllarda hem intrinsik hem de ekstrinsik faktörlerin bir arada olduğu çok faktörlü bir durum olarak kabul edilmektedir (Petersen et al., 2014).

Alt Ekstremitenin Dizilim Bozuklukları

Alt ekstremitede yer alan eklemlerin nötral dizilimin dışına çıkması, PFAS gelişimi için potansiyel bir katkı faktörü olarak görülmüştür.

Q açısı

Quadriceps açısı (Q açısı) spina iliaca anterior superior (SİAS) ile patellanın merkez noktasına çizilen bir hat ile tibial tüberkülden patellanın merkez noktasına çizilen bir hattın kesiştirilmesiyle elde edilen açıdır (Petersen et al., 2014). Ortalama Q açısı kadınlarda $17^{\circ} \pm 3^{\circ}$, erkeklerde $14^{\circ} \pm 3^{\circ}$ 'dir (Almeida et al., 2016).

Kadınlar ve erkekler arasındaki Q açısındaki bu farkın genellikle pelvis genişliğinin kadınlarda fazla olmasıyla ilişkilendirilmesine rağmen aynı boydaki erkek ve kadınların benzer Q açısı göstermeleri bu ilişkinin sanıldığı kadar güçlü olmayabileceğini düşündürmektedir (Grelsamer, Dubey, & Weinstein, 2005). Kadınlarda 20° , erkeklerde 15° 'nin üzerindeki Q açısı değerleri anormal olarak değerlendirilmektedir (de Oliveira Silva et al., 2015). Artmış Q açısı, patellanın lateralizasyon kuvvetini artırarak patellanın lateral fasetine ve lateral femoral kondile binen yükleri artırır. Bu artmış kompresyon kuvveti, PFAS gelişimine katkıda bulunabilir. Ayrıca, Q açısındaki %10'luk artışın patellofemoral ekleme binen stresi %45 oranında artırdığı

bilinmektedir (Huberti & Hayes, 1984). Benzer olarak, sistematik bir derlemede daha büyük Q açılarının PFAS ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (Lankhorst, Bierma-Zeinstra, & van Middelkoop, 2013). Ancak başka çalışmalar genç PFAS hastalarında Q açısı ile PFAS arasında herhangi bir ilişki gösterememiştir (Almeida et al., 2016; Kwon, Yun, & Lee, 2014). Bu sonuç, bazı hastalarda PFAS'nin yapısal bir bozukluk sonucu ortaya çıkmayabileceğini düşündürmektedir (Petersen et al., 2014). Benzer şekilde, PFAS'li koşucuları inceleyen bir çalışmada dinamik diz valgusu olan ayrı bir alt grup tanımlanmıştır (Dierks, Manal, Hamill, & Davis, 2011). Q açısı ile PFAS arasındaki tutarsız ilişkiyi açıklama çabası, dikkatleri hareket sırasında ortaya çıkan dinamik veya fonksiyonel valgus dizilim bozukluğu kavramına yöneltmiştir (Petersen et al., 2014). Sonuç olarak, literatürde artmış Q açısının PFAS ile ilişkili olduğunu gösteren çalışmaların yanı sıra ilişki bulunamayan çalışmalar da vardır (Park & Stefanyshyn, 2011; Sharma, Vaibhav, Meshram, Singh, & Khorwal, n.d.). Bu sebeple artmış Q açısının PFAS'yi öngörmede kullanımı halen tartışmalıdır.

Dinamik Diz Valgusu

PFAS ile alt ekstremité diziliminin incelendiği çalışmalarda, PFAS'li bireylerde artmış diz abdüksiyon momenti, kalça adduksiyonu ve iç rotasyonu gözlenmiştir (Petersen, Rembitzki, & Liebau, 2017; Souza & Powers, 2009). Benzer şekilde, PFAS'li kadınlarda patellanın lateral rotasyonunun femurun aşırı internal rotasyonu ile ilişkili olduğu gösterilmiştir (Souza, Draper, Fredericson, & Powers, 2010). Bu biyomekanik değişikliklerin patellanın lateralizasyonuna yol açarak patellofemoral eklemden stres artışına katkıda bulunarak PFAS gelişiminde etkili mekanizmalardan biri olduğu kabul edilmektedir.

Patellar Maltracking

Patellar dizilim bozukluğu, genellikle patellanın tilt yaparak veya yapmayarak subluke olması ya da subluksasyon olmadan sadece tilte uğramasından kaynaklanmaktadır (Thomeé, Augustsson, & Karlsson, 1999). Patellanın sağlıklı olduğu durumda dizin hareket aralığı boyunca dinamik olarak patellofemoral hizalanmayı “patellar tracking” mekanizması sağlamaktadır (Connolly, Ronsky, Westover, Küpper, & Frayne, 2009). Yapılan bir çalışmada, PFAS hastalarında sağlıklı bireylere kıyasla artmış lateral translasyon, lateral patellar spin ve artmış lateral tilt bulunmuştur (Wilson, Press, Koh, Hendrix, & Zhang, 2009). Patellanın anormal hareketleri, genellikle quadriceps’in vastus lateralis parçası daha fazla kuvvet ürettiği için lateral yönde ortaya çıkma eğilimindedir, nadiren de olsa medial yönde görülebilir 125. “Patellar tracking” mekanizmanın bozulması, yani patellar maltracking, PFAS için potansiyel bir risk faktörü olarak görülmektedir (Drew, Redmond, Smith, Penny, & Conaghan, 2016). Patellar maltracking, dizin fleksiyonu sırasında patellanın trochlear alana temasını azaltarak ekleme binen streslerin artmasına, dizin hareketleri sırasında ağrıya ve ilerleyici olarak kıkırdak hasarına sebep olabilir (Gulati, McElrath, Wadhwa, Shah, & Chhabra, 2018).

Kıkırdak Kalınlığı

Literatürde kıkırdak kalınlığının patellofemoral eklem temas alanlarını etkileyebileceği ve buna bağlı olarak PFAS gelişimine katkıda bulunabileceği hakkında karmaşık ve sınırlı sonuçlar sunan çalışmalar yer almaktadır. Bir çalışmada patellofemoral ağrısı olan bireylerin sağlıklı bireylere kıyasla medial ve lateral trochlear kıkırdak kalınlığının azalmış olduğu gösterilmiştir (Karacif, Karacif, Turk, & Bayraktar, 2025). Kıkırdak kalınlığının azalması, kıkırdağın mekanik yüklenmeye olan yanıtlarını azaltarak eklem üzerindeki stresleri artırabilir (Farrokhi, Colletti, & Powers, 2011).

Kassal İmbalans

Patellofemoral ağrı sendromu olan bireylerde kassal imbalansların PFAS'nin patogeneğinde önemli rol oynadığına dair güçlü kanıtlar bulunmaktadır (Crossley, Stefanik, et al., 2016). Bu imbalanslar, alt ekstremite kaslarındaki atrofi veya inhibisyona bağlı gelişen güç azalmasıyla ilişkilendirilmektedir (Thomeé et al., 1999). Erken dönem çalışmalarda, patellaya doğrudan tutunan vastus lateralis ve vastus medialis obliquus kaslarının olası disfonksiyonları üzerinde yoğunlaşmıştır (Cavazzuti, Merlo, Orlandi, & Campanini, 2010; Chen, Chien, Wu, Liao, & Jan, 2012). Bu çalışmalar, söz konusu kaslar arasındaki aktivasyon dengesizliğinin patellanın tracking mekanizmasını bozabileceğini ortaya koymaktadır (Cavazzuti et al., 2010; Chen et al., 2012). PFAS'de, quadriceps kasları, büyük ölçüde vastus lateralis ve vastus medialis obliquus kaslarının aktivasyon dengesizliğinden ve azalmış eksantrik kas gücünden kaynaklı olarak aynı anda eşit miktarda kasılamamasından kaynaklanmaktadır (Pattyn et al., 2011).

Kas kuvveti ve aktivasyonu dışında yumuşak dokuların esneklikleri de PFAS gelişiminde etkili olabilir. Özellikle hamstring, gastrocnemius ve tensor fascia latae (TFL) kaslarında esneklik kaybı görülebilir (Petersen et al., 2014; White, Dolphin, & Dixon, 2009). İliotibial bant gerginliği veya TFL kısalığı, lateral retinakulum üzerinde gerilmeyi arttırarak patellayı laterale çekme eğiliminde olur (Petersen et al., 2014). Bu da patellofemoral eklemin dizilimini değiştirerek PFAS gelişimine katkıda bulunabilir.

PFAS'nin gelişiminde yalnızca diz çevresindeki kaslar değil, kalça çevresi kaslarının fonksiyonel durumu da belirleyicidir. Literatür, PFAS'li hastalarda sağlıklı kontrollere kıyasla kalça abdükörleri (özellikle m. gluteus medius ve minimus), dış rotatörler ve kalça ekstansörlerinde anlamlı kuvvet azalması bulunduğunu göstermektedir (Prins & Van der Wurff, 2009). Kalça abdükörleri ve dış rotatörlerindeki bu zayıflığın, dinamik diz valgusu ile ilişkili

olduğu bildirilmektedir (Marshall et al., 2005). Bu nedenle, dinamik diz valgus diziliminin primer olarak diz ekleminden değil; kalça kaslarındaki zayıflığa bağlı gelişen femoral iç rotasyondan kaynaklandığı öne sürülmektedir (de Marche Baldon et al., 2009). Bu bulgular, özellikle genç PFAS'li bireylerde dinamik diz valgusu gelişiminde kalça kas disfonksiyonunun önemli bir role sahip olduğunu göstermektedir.

Özetle, PFAS ile kalça kaslarının fonksiyonları arasındaki ilişki güçlü kanıtlarla gösterilmesine ve vurgulanmasına rağmen literatürde tutarsız sonuçlar da yer almaktadır. Birçok çalışma, PFAS'li bireylerde kalça abdüktörleri, dış rotatörleri ve ekstansörlerde anlamlı kuvvet azalması bulunduğunu, bu zayıflığın da dinamik diz valgus gelişimine katkıda bulunduğunu bildirmektedir (Prins & Van der Wurff, 2009). Ancak bazı çalışmalar, kalça kas kuvvetinin PFAS gelişimini öngörmede belirleyici olmadığını göstermiştir. Örneğin Thijs ve ark. kadın koşucularda PFAS gelişen ve gelişmeyenler arasında başlangıçtaki kalça kas kuvveti açısından fark bulmamıştır (Pattyn et al., 2011). Buna karşılık daha güncel bazı çalışmalar, yüksek kalça abdüktör kas kuvvetine sahip sporcularda bile PFAS gelişebileceğini göstermektedir (Herbst et al., 2015). Bu karşıt bulgular, PFAS'nin yalnızca kas kuvveti üzerinden değerlendirilemeyeceğini; biyomekanik kontrol, yüklenme karakteristikleri ve motor koordinasyon gibi faktörlerin bir arada değerlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Aşırı Yüklenme

Vücudumuz internal ve eksternal yüklenmelere karşı stabilite sağlayabilmektedir. Ancak, eklemün kaldıramayacağı kadar aşırı yüklenme veya eklemi aşırı yüklenmelere sık maruz bırakma stabiliteyi bozabilir (Dye, 2005). Vücut biyomekaniği göz önüne alındığında patellofemoral eklem, ağırlığı taşıyan alt ekstremit

bölümleri arasında en fazla yük binen eklemlerden birisidir. Bu eklem, merdiven inme sırasında vücut ağırlığının 3-4 katına, çömelme sırasında 7-8 katına, zıplama sırasında ise 20 katına kadar yüklere maruz kalmaktadır (Tschopp & Brunner, 2017). Bu aktiviteler sırasında eklemde artan stres kuvvetleri, dokularda mikrotravmalara sebep olabilir. Eğer yüklenmelerden sonra dokulara yeteri kadar dinlenme aralığı bırakılırsa, dokular yüklenme sonucu bu artan stres kuvvetlerine uyum sağlayabilir. Ancak yüklenme ve dinlenme dönemleri arasında denge kurulamazsa, zamanla overuse yaralanmalarına yol açabilir (Doral, Kaya, Turhan, & Dönmez, 2012).

Ayak Problemleri

Dizin dinamik valgusuna katkıda bulunan durumlar arasında artmış arka ayak eversiyonu yer almaktadır (Barton, Levinger, Crossley, Webster, & Menz, 2012; Mølgaard, Rathleff, & Simonsen, 2011). Bu deformite, PFAS'li bireylerde tibianın internal rotasyona gitmesine sebep olabilir (Hart, Ackland, Pandy, & Crossley, 2012). PFAS'li hastaların yürüyüş biyomekaniğinin incelendiği bir çalışmada, topuk teması fazında arka ayakta artmış eversiyon, arka ayak eversiyonunun pike ulaştığı zamanda gecikme ve sağlıklı kontrollere göre arka ayak eversiyon hareket aralığında azalma tespit edilmiştir (Barton et al., 2012). Orta ayağın incelendiği bir çalışmada, PFAS olmayan sağlıklı kontrollere göre daha fazla naviküler düşme, naviküler kayma ve ayak bileği dorsifleksiyonu tespit edilmiştir.54 Bir başka çalışmada ise yine sağlıklı kontrollere kıyasla PFAS'li bireylerde ön ayak abdüksiyonun arttığı bulunmuştur (Barton, Bonanno, Levinger, & Menz, 2010). Bu dizilimsel bozukluklar, diz valgusunu etkileyen tibianın rotasyon hareketini değiştirerek PFAS gelişimine katkıda bulunabilir.

Eklem ve Bağ Laksitesi

Patellanın gevşek olması herhangi bir şikâyet olmaksızın yalnızca klinik bulgu olarak var olabilir. Ancak eklemin gevşek olması, bağlarda ve konnektif dokularda yaralanma riskini artırabilir. Ligament laksitesinin patellanın hareketliliğini değiştirerek patellar mobilitenin artmasına sebep olduğu ve dolayısıyla semptomlara yol açtığı bilinmektedir. Bu durum, ligament yaralanmalarına sebep olarak eklem propriosepsiyonunun azalmasına katkı sağlayabilir (Kuran & Doğu, 2009; Pinar, 2004).

Gövde Stabilitesi

Önceki araştırmalar, PFAS prevalansı ile gövde kinematikindeki bozukluklar, core kaslarının anormal aktivasyon paternleri ve zayıf core stabilitesi gibi proksimal segmentlere ait disfonksiyonlar arasında anlamlı ilişkiler olduğunu ortaya koymuştur (Carvalho et al., 2016). Gövdenin nöromüsküler kontrolünün bozulması, alt ekstremité boyunca iletilen kinetik zincirin yüklenmesini etkileyerek dizin stabilitesini de olumsuz etkileyebilir (Carvalho et al., 2016; Motealleh et al., 2019). Core bölgesindeki kaslar, gövdenin pelvis üzerindeki konumunu ve hareket kontrolünü sağlayan temel yapılar olup kinetik zincirin temelini oluşturur. Bu bölgede ortaya çıkan dizilimsel bozuklukların zincir boyunca iletilerek özellikle diz eklemine yük dağılımını olumsuz etkilediği daha önce gösterilmiştir (Hibbs, Thompson, French, Wrigley, & Spears, 2008). Bu tür proksimal disfonksiyonlar, dizin frontal düzlemdeki momentlerini etkileyerek valgus eğilimine, tibianın internal rotasyonuna yol açarak PFAS şiddetinin artmasına yol açabilir.

Klinik Değerlendirme

Patellofemoral Ağrı Sendromunun temel bulguları; sinsi başlangıçlı, genellikle çömelme, merdiven çıkma veya inme, koşma, zıplama ve uzun süre oturma gibi aktivitelerle kötüleşen, dizin

önündeki ağrıdır. PFAS, klinik bir tanıdır. Bu nedenle kapsamlı bir anamnez ve fizik muayeneye ihtiyaç duyulmaktadır.

Anamnez

Hastanın öyküsü alınırken semptom başlangıcı, ağrının bölgesi, semptomları kötüleştiren etkenler ve risk faktörleri göz önünde bulundurulmalıdır (Dutton et al., 2016). Bunlara ek olarak, daha önce diz bölgesinde yaralanma ve operasyon varlığı, hipermobilité varlığı, mevcut aktivite düzeyi ve son zamanlarda yapılan aktivitelerde veya antrenmanda değişiklik olup olmadığı sorgulanabilir.

Fiziksel Muayene

Primer şikâyeti diz ağrısı olan tüm hastalara dizin fiziksel muayenesi yapılmalıdır.

Gözlem ve Alt Ekstremité Dizilimi Değerlendirmesi

Alt ekstremitenin hizalanması, patellofemoral eklemin statik ve dinamik dizilimi ve ekstansör mekanizmanın uyumu değerlendirilmelidir. Bu aşamada klinisyenin amacı, semptomların kaynağının patellanın dizilim bozukluğu, alt ekstremitenin başka segmentlerine ait dizilim bozukluğu ya da herhangi bir dizilimsel bir bozukluk olmaksızın aşırı yüklenmeye bağlı gelişip gelişmediğini birbirinden ayırt etmek olmalıdır (Witvrouw et al., 2005).

PFAS’de primer semptom olan ağrının kaynağı her zaman anatomik veya biyomekanik bir hizalanma bozukluğuyla açıklanamaz (Dye, 2001). Bazı durumlarda patellofemoral ekleme binen yüklerin akut bir olayla veya kümülatif olarak zamanla artması sonucu ortaya çıkabilir (Dye, 2001). Bu nedenle her zaman semptomları açıklayabilecek kesin bir anatomik veya biyomekanik anormallikten bahsetmek mümkün değildir (Witvrouw et al., 2005).

Değerlendirme hem statik hem de dinamik olarak yapılmalı; hasta hem ayakta dururken hem de yalın ayak yürürken gözlemlenmelidir. Herhangi bir anormallik görülürse kompensatuar mekanizmanın kaynağı belirlenmeye çalışılmalıdır (Vora, Curry, Chipman, Matzkin, & Li, 2018).

Patellanın medial ve lateral tilti, anterior ve posterior tilti ve rotasyonel hareketleri incelenmeli ve karşı tarafın patellası ile karşılaştırılarak yorumlanmalıdır. Eklem çevresindeki kas dışı dokular da değerlendirilmelidir (Vora et al., 2018).

PFAS'nin karakteristik bulguları arasında geniş eklem efüzyonu, artmış ısı veya kızarıklık gibi inflamatuvar bulgular yer almaz. Bu bulguların varlığı akut travma veya inflamatuvar artrit gibi alternatif tanıların düşünülmesini gerektirir (Gaitonde et al., 2019).

Kas Kuvveti Değerlendirmesi

Gövde Kas Kuvveti ve Enduransı

Gövdenin kas kuvveti ve enduransını değerlendirmek için plank ve yan plank testi kullanılabilir (Tuff, Beach, & Howarth, 2020).

Kalça Kas Kuvveti

Kalça dış rotatörlerinde ve abdüktörlerinde kuvvet kaybını değerlendirmek için basamaktan iniş testi kullanılabilir. Bu testte kişiden basamak üzerinde çıkıp karşı bacağı ile yavaşça inip topuğunu yere hafifçe dokundurduktan sonra tekrar basamak üzerine çıkması istenir. Basamakta olan ekstremitede kalçanın iç rotasyonu ve adduksiyonu, dizin valgusa gitmesi, ayağın pronasyona gitmesi ve kişinin dengesinin bozulması, pozitif Trendelenburg bulgusu olarak yorumlanır (Merchant, Fulkerson, & Leadbetter, 2017). Manuel kas kuvveti değerlendirmesi sedanter bireylerde kullanılabilirken, sporcularda yeterli kalmaz. Bu nedenle diz

ekleminde yüklenme meydana getirecek fonksiyonel testler kullanılmalıdır (Kasitinon, Li, Wang, & Fredericson, 2021).

Quadriceps Kas Kuvveti

Genel quadriceps kas kuvveti tek bacak üzerine sıçrama testi ile değerlendirilebilir. Testte kişiden dengesini kaybetmeden değerlendirilecek ekstremitesiyle mümkün olduğunca uzağa atlaması istenir. Her iki ekstremitenin sıçrama mesafesi kaydedildikten sonra etkilenen ve etkilenmeyen taraf arasındaki fark %85'in altındaysa patolojik veya anlamlı performans kaybı olarak değerlendirilir. Tek bacak üzerine sıçrama testinde aynı zamanda dizin dinamik valgusu da değerlendirilebilir (Nunes, Stapait, Kirsten, de Noronha, & Santos, 2013).

Esneklik Değerlendirmesi

PFAS ile ilişkili yapıların esnekliği değerlendirilebilir. İliotibial bandın esnekliği Modifiye Ober Testi ile; hamstringlerin esnekliği pasif düz bacak kaldırma testi ile; iliopsoas ve rektus femoris kasının esnekliği Modifiye Thomas Testi ile; gastroknemius kasının esnekliği duvar kenarında lunge testi ile değerlendirilebilir.

Patellar Mobilite Testleri

Patellanın hareketliliğinin değerlendirilmesinde patellar kayma testi ve patellar tilt testi kullanılabilir.

Patellar Kayma (Glide) Testi

Patellar kayma testinde hasta sırt üstü yatarken dizin altına havlu yerleştirilerek 20°-30° fleksiyon elde edilir. Klinisyen, her iki baş parmağı ile patellayı medial ve lateral kenarlarından tutar ve nazikçe mediale doğru iter. Patellanın hareket miktarı, kemiğin büyüklüğüne göre belirlenir. Her biri bir parmağa denk gelen dört çeyrek parçaya bölünmüştür. Eğer hareketlilik bir veya iki çeyrek bölüm kadarsa normal kabul edilir. Bir çeyrek bölümden az

hareketlilik, lateral retinakulumun gerginliğini gösterirken; üç çeyrek bölümden fazla olan hareketlilik de medial veya lateral yönlerdeki hiperlaksiteyi ifade eder (T. O. Smith, Davies, & Donell, 2009).

Patellar Tilt Testi

Hasta dizi tam ekstansiyonda sırtüstü yatarken patellanın lateral kenarından anteriora doğru, medial kenarından ise posteriora doğru kuvvet uygulanır. Lateral kenarın tilt hareketi azsa, yani patella hareket ettirilemiyorsa lateral retinakulumun gergin olabileceği yorumu yapılabilir. Normalde patellanın tilt açısı 15°'dir. Asemptomatik patella ile karşılaştırılmalıdır (Watson, Leddy, Dynjan, & Parham, 2001).

Ayak Postürü Değerlendirmesi

Ayak postürü, ayakta duruş sırasında statik olarak hem de yürüme sırasında dinamik olarak değerlendirilmelidir. Medial longitudinal arkın çökmesi, arka ayağın valgusu ve orta ayağın aşırı pronasyonu, pes planus varlığına işaret eden temel bulgulardandır. Pes planus yapısı rijit veya esnek olabilir. Esnek pes planus daha yaygın görülen bir yapısal deformite tibial veya femoral torsiyon, koksa vara ya da tibialis posterior tendonu ile ilişkili patolojilerden kaynaklanabilir. Pes planusun tipini ayırt etmek için hastadan parmak ucuna yükselmesi istenir; bu manevra sırasında medial arkın yeniden oluşması esnekliği gösterirken, arktaki çöküklüğün devam etmesi rijit pes planus olduğunu düşündürür (Magee, 2013; Manske & Davies, 2016).

Orta ayakta navikülanın yüksekliğinin değerlendirilmesi de ayak postürü açısından önem arz etmektedir. Oturma ve ayakta durma pozisyonlarında ölçülen navikula yüksekliği arasında 10 mm'den daha az fark olması normal kl edilmektedir. Ek olarak subtalar eklemin pozisyonu, talusun palpasyonu değerlendirilebilir. Hasta ayakta dururken gövdesine sağa ve sola

rotasyon yaptırması istenir, bu sırada tibia medial ve lateral yönlerde rotasyona uğrar. Buna bağlı olarak talus pronasyon ve supinasyon hareketleri sergiler. Talusun bu hareketinin gözlenmesi, subtalar eklem fonksiyonu ve postüral kontrol hakkında önemli bilgiler sağlar (Magee, 2013; Manske & Davies, 2016).

Özel Testler

PFAS tanısı için tek başına belirleyici olan spesifik bir test bulunmamaktadır (Décary et al., 2018). Bununla birlikte, ön diz ağrısını en yüksek doğrulukla ortaya koyan değerlendirmeler arasında patellanın palpasyonu, patellar tilt testi, eksantrik basamak testi yer almaktadır (Mostafae et al., 2024). Literatürde patellar tilt testinin pozitif olmasının en yüksek pozitif olasılık oranına sahip olduğu bildirilmektedir (Glaviano, Kew, Hart, & Saliba, 2015). Fonksiyonel değerlendirmeler arasında ise çömelme, merdivenden inme ve uzun süre oturma gibi semptomları provoke eden aktiviteler en yüksek tanısal doğruluğu göstermektedir (Mostafae et al., 2024). Bu aktiviteler arasından özellikle çömelme sırasında ağrı varlığı, PFAS için en duyarlı klinik bulgu olarak kabul edilmektedir (Glaviano et al., 2015).

Patellar Kompresyon Testi

Patellar kompresyon testinde hasta sırt üstü yatarken dizi ekstansiyondadır. Klinisyen patellanın üst kenarından aşağıya doğru kompresyon kuvveti uygularken hastadan quadriceps kasını kasmaı istenir. Patella, trochleanın içine itilmeye çalışıldığı sırada ağrı artarsa test pozitifdir (Hoke, Howell, & Stack, 1983).

Patellar Korku Testi (Apprehension Testi)

Patellar apprehension, yani patellar korku testinde klinisyen sırtüstü yatan hastanın patellasını laterale doğru iter. Patella lateraldeyken diğer eliyle topuktan tutarak dizi yavaşça 20°-30°

fleksiyona götürür. Bu sırada ağrı ve kaygı/kaçınma tepkisi meydana gelirse test pozitifdir (Reider, 2005).

McConnell Testi

Bu testte hasta sedyede dizleri fleksiyonda otururken klinisyen tarafından tibia alt ucundan sabitlenmiş dizini dirence karşı ekstansiyon yapmaya çalışır. Bu dirençli hareket, dizin farkı açılarında tekrarlanır. Ağrı tespit edilen aralıkta tekrar dirence karşı ekstansiyon yapmaya çalışırken klinisyen patellayı mediale doğru iter. Ağrı geçerse test pozitif sayılır (Watson et al., 1999).

Waldron Testi

Testin birinci aşamasında hasta sırtüstü yatar pozisyondayken klinisyen patellaya femur yönünde kompresyon uygular, aynı anda diğer eliyle dize fleksiyon yaptırmaya çalışır. Patellada krepitasyon, sürtünme hissi ve ağrı değerlendirilir. İkinci aşamada ise hastadan ayakta durduğu sırada derin squat yapması istenir, bu sırada klinisyen yine femur yönüne hafif kompresyon uygular. Birinci aşamada olduğu gibi patellada krepitasyon, sürtünme hissi ve ağrı varlığı değerlendirilir (Reider, 2005).

Dinamik Fonksiyonel Değerlendirme

Rahat duruşta veya normal yürüyüş sırasında kardinal düzlemden sapmalar her zaman görülemeyebileceğinden, dizlere binen yükün arttırıldığı durumlarda da değerlendirme yapılması gerekmektedir. Tek bacak squat testi, basamaktan inme testi ve yürüyüş bu değerlendirmeler arasında yer almaktadır.

Tek Bacak Squat Testi

Tek bacak ile squat testinde kalçanın ve dizin dinamik muayenesi yapılır. Aynı zamanda quadriceps kasının kuvveti de değerlendirilir. İki bacak ile çöelmeye göre daha fazla talep gerektirir ve kalça internal rotasyonu, diz valgusu ve ayak

pronasyonu gibi kompensatuar mekanizmalara sebep olabilir. Çünkü destek tabanı azalmış yüzeyde bu hareketi yapmak, daha fazla dinamik kontrol gerektirir (Manske & Davies, 2016). PFAS'li bireylerde sağlıklı kontrollerle karşılaştırıldığında kontralateral pelviste tilt, kalçanın internal rotasyonu ve adduksiyonu, dizin valgusa geldiği bilinmektedir. Bu kinematik, genellikle PFAS'li bireylerde kalça abdüktör ve eksternal rotatörlerinin gücündeki azalmayla ilişkilendirilmektedir (Nakagawa, Moriya, Maciel, & Serrão, 2012).

Basamaktan İniş Testi

Bu test, kalça ve bacak kaslarının kuvvet ve dayanıklılığını değerlendirmenin yanı sıra alt ekstremitenin biyomekanik dizilim hakkında da önemli bilgiler sağlar. Uygulama sırasında hastadan, test edilecek tarafın basamak veya kutu üzerinde kaldığı şekilde ayakta durması istenir. Kollar göğüste çaprazladıktan sonra karşı taraf bacak kontrollü bir şekilde basamaktan indirilir ve topuk hafifçe yere temas ettirilir. Bu hareket 5-10 kez tekrarlanır. Değerlendirme sırasında kişinin hareketi dengeli, kontrollü ve pelvis-diz-ayak hizalanmasını koruyarak yapması beklenir (Manske & Davies, 2016).

Yürüyüşün Değerlendirilmesi

Yürüyüş değerlendirmesi, hastanın günlük yaşamda kullandığı ayakkabı ile yürürken yapılabilir. Ayakkabı içinde gerçek mekaniği görmek bazen zor olabilir. Bundan dolayı çıplak ayakla yürüyüş değerlendirmesi yapmak ayağın gerçek mekaniğini görmeyi sağlar. Gözlemsel yürüyüş analizinin yanı sıra üç boyutlu yürüme analizi daha objektif sonuçlar sağlar (Manske & Davies, 2016).

Görüntüleme

PFAS'de görüntüleme çoğu zaman normaldir, ancak diğer tanıları dışlamak için kullanılabilir. Anterior-posterior, lateral ve

“sunrise” radyografik grafileri patellanın pozisyonel yerleşimini ve trochlear oluktaki derinliğini değerlendirmede faydalıdır (Dutton et al., 2016). Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) rutinde PFAS değerlendirmesinde kullanılmaz, ancak ön diz ağrısını diğer sebeplerden ayırmak için tercih edilebilir (Callahan, Chin, & Chu, 2025). Örneğin kondromalazi patellada PFAS ile benzer şekilde ön diz ağrısı görülür. Bu patolojide MRG’de anormal kıkırdak bulguları görülürken PFAS’de kıkırdak dokusu normaldir (Masroori et al., 2024). Kas-iskelet sisteminin ultrasonografik görüntülemesi PFAS tanısında sınırlı kanıtlar sunmaktadır. Bir çalışmada PFAS’li bireylerde lateral retinakulumun kontrol grubuna göre daha kalın bulunmuştur. Ancak retinakulum kalınlığı ile PFAS arasındaki ilişki net değildir (Lack et al., 2019). Başka bir çalışmada PFAS’li bireylerde gluteus medius kasının kalınlığı incelenmiş ve semptomatik ekstremitelerde gluteus medius kalınlığının azaldığı bulunmuştur. Ek olarak, bu azalma ön diz ağrısıyla ilişkili bulunmuş (Payne, Payne, & Larkin, 2020).

Sonuç

Patellofemoral ağrı sendromunda klinik değerlendirme, tek bir bulguya veya dizilimsel bozukluğa atfedilmeyecek kadar çok boyutlu bir süreçtir. Alt ekstremitte diizlimi, patellanın statik ve dinamik davranışı, çevre yumuşak dokuların durumu ve hastanın fonksiyonel durumu göz önüne alındığında ağrının kaynakları daha doğru belirlenebilir. Bununla birlikte, PFAS’nin her zaman belirgin bir dizilimsel bozuklukla ilişkili olmadığı; çoğu hastada yüklenme kapasitesi, fiziksel aktivite düzeyi, kas performansı ve hareket stratejileri gibi faktörlerin semptomları belirlediği unutulmamalıdır. Bu nedenle, geniş kapsamlı bir gözlem, palpasyon, hareket analizi ve fonksiyonel değerlendirme yaklaşımı doğru tanıyı koymaya yardımcı olurken bireye özgü rehabilitasyon programının geliştirilmesi açısından da kritik öneme sahiptir. PFAS’nin çok

boyutlu doğası, klinisyenin değerlendirme sürecinde esnek, bütüncül ve hastaya özgü bir perspektif geliştirmesini gerekli bulur.

Kaynakça

Akgün, I., Tandoğan, N. R., & Alpaslan, A. M. (1999). Patellofemoral hastalıklar. *Diz Cerrahisi*. Ankara: Haberal Eğitim Vakfı, 215–242.

Almeida, G. P. L., Silva, A. P. de M. C. C. e, França, F. J. R., Magalhães, M. O., Burke, T. N., & Marques, A. P. (2016). Q-angle in patellofemoral pain: Relationship with dynamic knee valgus, hip abductor torque, pain and function. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 51(2), 181–186.

Barton, C. J., Bonanno, D., Levinger, P., & Menz, H. B. (2010). Foot and Ankle Characteristics in Patellofemoral Pain Syndrome: A Case Control and Reliability Study. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(5), 286–296. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3227>

Barton, C. J., Levinger, P., Crossley, K. M., Webster, K. E., & Menz, H. B. (2012). The relationship between rearfoot, tibial and hip kinematics in individuals with patellofemoral pain syndrome. *Clinical Biomechanics*, 27(7), 702–705.

Callahan, E. A., Chin, K. E., & Chu, S. K. (2025). Current Evidence of Evaluation and Management of the Athlete with Patellofemoral Pain Syndrome. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*, 13(1), 30. <https://doi.org/10.1007/s40141-025-00502-9>

Carvalho, A. P. de M. C., Almeida, G. P. L., Magalhães, M. O., França, F. J. R., Ramos, L. A. V., Comachio, J., & Marques, A. P. (2016). Dynamic postural stability and muscle strength in patellofemoral pain: Is there a correlation? *The Knee*, 23(4), 616–621.

Cavazzuti, L., Merlo, A., Orlandi, F., & Campanini, I. (2010). Delayed onset of electromyographic activity of vastus medialis

obliquus relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome. *Gait & Posture*, 32(3), 290–295.

Chen, H.-Y., Chien, C.-C., Wu, S.-K., Liao, J.-J., & Jan, M.-H. (2012). Electromechanical Delay of the Vastus Medialis Obliquus and Vastus Lateralis in Individuals With Patellofemoral Pain Syndrome. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 42(9), 791–796. <https://doi.org/10.2519/jospt.2012.3973>

Chouhan, D. K., Kumar, P., Baburaj, V., Rathod, P. M., Kumar, S., & Prakash, M. (2025). Radiological risk factors in patellar instability: A comparative analysis of single-episode, recurrent, and habitual patella dislocation. *Knee Surgery & Related Research*, 37(1), 42. <https://doi.org/10.1186/s43019-025-00292-3>

Connolly, K. D., Ronsky, J. L., Westover, L. M., Küpper, J. C., & Frayne, R. (2009). Differences in patellofemoral contact mechanics associated with patellofemoral pain syndrome. *Journal of Biomechanics*, 42(16), 2802–2807.

Crossley, K. M., Stefanik, J. J., Selfe, J., Collins, N. J., Davis, I. S., Powers, C. M., ... Callaghan, M. J. (2016). 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 1: Terminology, definitions, clinical examination, natural history, patellofemoral osteoarthritis and patient-reported outcome measures. *British Journal of Sports Medicine*, 50(14), 839–843. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096384>

Crossley, K. M., van Middelkoop, M., Callaghan, M. J., Collins, N. J., Rathleff, M. S., & Barton, C. J. (2016). 2016 Patellofemoral pain consensus statement from the 4th International Patellofemoral Pain Research Retreat, Manchester. Part 2: Recommended physical interventions (exercise, taping, bracing, foot orthoses and combined interventions). *British Journal of Sports Medicine*, 50(14), 844–852.

de Marche Baldon, R., Nakagawa, T. H., Muniz, T. B., Amorim, C. F., Maciel, C. D., & Serrão, F. V. (2009). Eccentric hip muscle function in females with and without patellofemoral pain syndrome. *Journal of Athletic Training*, 44(5), 490–496.

de Oliveira Silva, D., Briani, R. V., Pazzinatto, M. F., Gonçalves, A. V., Ferrari, D., Aragão, F. A., & de Azevedo, F. M. (2015). Q-angle static or dynamic measurements, which is the best choice for patellofemoral pain? *Clinical Biomechanics*, 30(10), 1083–1087.

Décary, S., Frémont, P., Pelletier, B., Fallaha, M., Belzile, S., Martel-Pelletier, J., ... Vendittoli, P.-A. (2018). Validity of combining history elements and physical examination tests to diagnose patellofemoral pain. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(4), 607–614.

Dierks, T. A., Manal, K. T., Hamill, J., & Davis, I. (2011). Lower extremity kinematics in runners with patellofemoral pain during a prolonged run. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(4), 693–700.

Doral, M. N., Kaya, D., Turhan, E., & Dönmez, G. (2012). Spor ve patellofemoral sorunlar. *TOTBID Dergisi*, 11(4), 314–319.

Drew, B. T., Redmond, A. C., Smith, T. O., Penny, F., & Conaghan, P. G. (2016). Which patellofemoral joint imaging features are associated with patellofemoral pain? Systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 24(2), 224–236.

Duong, V., Oo, W. M., Ding, C., Culvenor, A. G., & Hunter, D. J. (2023). Evaluation and treatment of knee pain: A review. *Jama*, 330(16), 1568–1580.

Dutton, R. A., Khadavi, M. J., & Fredericson, M. (2016). Patellofemoral pain. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*, 27(1), 31–52.

Dye, S. F. (2001). Therapeutic implications of a tissue homeostasis approach to patellofemoral pain. *Sports Medicine and Arthroscopy Review*, 9(4), 306–311.

Dye, S. F. (2005). The pathophysiology of patellofemoral pain: A tissue homeostasis perspective. *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 436, 100–110.

Farrokhi, S., Colletti, P. M., & Powers, C. M. (2011). Differences in Patellar Cartilage Thickness, Transverse Relaxation Time, and Deformational Behavior: A Comparison of Young Women With and Without Patellofemoral Pain. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(2), 384–391. <https://doi.org/10.1177/0363546510381363>

Foss, K. D. B., Myer, G. D., Magnussen, R. A., & Hewett, T. E. (2014). Diagnostic differences for anterior knee pain between sexes in adolescent basketball players. *Journal of Athletic Enhancement*, 3(1), 1814.

Gaitonde, D. Y., Ericksen, A., & Robbins, R. C. (2019). Patellofemoral pain syndrome. *American Family Physician*, 99(2), 88–94.

Glaviano, N. R., Kew, M., Hart, J. M., & Saliba, S. (2015). Demographic and epidemiological trends in patellofemoral pain. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 10(3), 281.

Grelsamer, R. P., Dubey, A., & Weinstein, C. H. (2005). Men and women have similar Q angles: A CLINICAL AND TRIGONOMETRIC EVALUATION. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 87-B(11), 1498–1501. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.87B11.16485>

Gulati, A., McElrath, C., Wadhwa, V., Shah, J. P., & Chhabra, A. (2018). Current clinical, radiological and treatment perspectives of patellofemoral pain syndrome. *The British Journal of Radiology*, 91(1086), 20170456.

Hart, H. F., Ackland, D. C., Pandy, M. G., & Crossley, K. M. (2012). Quadriceps volumes are reduced in people with patellofemoral joint osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 20(8), 863–868.

Herbst, K. A., Barber Foss, K. D., Fader, L., Hewett, T. E., Witvrouw, E., Stanfield, D., & Myer, G. D. (2015). Hip Strength Is Greater in Athletes Who Subsequently Develop Patellofemoral Pain. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(11), 2747–2752. <https://doi.org/10.1177/0363546515599628>

Hibbs, A. E., Thompson, K. G., French, D., Wrigley, A., & Spears, I. (2008). Optimizing Performance by Improving Core Stability and Core Strength: *Sports Medicine*, 38(12), 995–1008. <https://doi.org/10.2165/00007256-200838120-00004>

Hoke, B., Howell, D., & Stack, M. (1983). The Relationship between Isokinetic Testing and Dynamic Patellofemoral Compression. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 4(3), 150–153. <https://doi.org/10.2519/jospt.1983.4.3.150>

Huberti, H. H., & Hayes, W. C. (1984). Patellofemoral contact pressures. The influence of q-angle and tendofemoral contact. *JBJS*, 66(5), 715–724.

Jaquith, B. P., & Parikh, S. N. (2017). Predictors of recurrent patellar instability in children and adolescents after first-time dislocation. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 37(7), 484–490.

Karacif, D., Karacif, O., Turk, A. C., & Bayraktar, H. E. N. (2025). Comparison of ultrasonography findings of patients with patellofemoral pain and healthy controls. *The Knee*, 54, 329–339.

Kasitinon, D., Li, W.-X., Wang, E. X. S., & Fredericson, M. (2021). Physical examination and patellofemoral pain syndrome: An updated review. *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, 14(6), 406–412.

Kuran, B., & Doğu, B. (2009). Ön Diz Ağrılarında Tanı ve Tedavi Yaklaşımları. *Turkish Journal of Physical Medicine & Rehabilitation/Turkiye Fiziksel Tip ve Rehabilitasyon Dergisi*, 55. Retrieved from <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrnl=13020234&AN=37802392&h=UU9LK2Rc9uRAik324445rzBtf0HYEIrLoUZ%2BtcHvmuGkb aupZyDc1Utj80Kb27OvpfboW7O%2FbCUkyU99%2BTR69A%3D%3D&crl=c>

Kwon, O., Yun, M., & Lee, W. (2014). Correlation between Intrinsic Patellofemoral Pain Syndrome in Young Adults and Lower Extremity Biomechanics. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(7), 961–964. <https://doi.org/10.1589/jpts.26.961>

Lack, S., Anthony, L., Noake, J., Brennan, K., Zhang, B., & Morrissey, D. (2019). Medial and Lateral Patellofemoral Joint Retinaculum Thickness in People With Patellofemoral Pain: A Case-Control Study. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 38(6), 1483–1490. <https://doi.org/10.1002/jum.14828>

Lankhorst, N. E., Bierma-Zeinstra, S. M., & van Middelkoop, M. (2013). Factors associated with patellofemoral pain syndrome: A systematic review. *British Journal of Sports Medicine*, 47(4), 193–206.

Magee, D. J. (2013). *Orthopedic Physical Assessment - E-Book: Orthopedic Physical Assessment - E-Book*. Elsevier Health Sciences.

Manske, R. C., & Davies, G. J. (2016). Examination of the Patellofemoral Joint. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 11(6), 831–853.

Marshall, S., Beutler, A., DeMaio, M., Boden, B., Yu, B., & Garrett, W. (2005). Predictors Of Knee Valgus Angle During A Jump-landing Task. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 37, S398. <https://doi.org/10.1097/00005768-200505001-02048>

Masroori, Z., Haseli, S., Abbaspour, E., Pouramini, A., Azhideh, A., Fathi, M., ... Chalian, M. (2024). Patellar non-traumatic pathologies: A pictorial review of radiologic findings. *Diagnostics*, 14(24), 2828.

Merchant, A. C., Fulkerson, J. P., & Leadbetter, W. (2017). The diagnosis and initial treatment of patellofemoral disorders. *Am J Orthop*, 46(02), 68–75.

Mølgaard, C., Rathleff, M. S., & Simonsen, O. (2011). Patellofemoral pain syndrome and its association with hip, ankle, and foot function in 16-to 18-year-old high school students: A single-blind case-control study. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 101(3), 215–222.

Mostafaei, N., Pashaei-Marandi, M., Negahban, H., Pirayeh, N., Saki Malehi, A., & Ebrahimzadeh, M. H. (2024). Examining the diagnostic accuracy of common physical examination and functional tests in the diagnosis of patellofemoral pain syndrome among patients with anterior knee pain. *Physiotherapy Theory and Practice*, 40(4), 843–855. <https://doi.org/10.1080/09593985.2022.2158053>

Motealleh, A., Mohamadi, M., Moghadam, M. B., Nejati, N., Arjang, N., & Ebrahimi, N. (2019). Effects of core neuromuscular training on pain, balance, and functional performance in women with patellofemoral pain syndrome: A clinical trial. *Journal of Chiropractic Medicine*, 18(1), 9–18.

Nakagawa, T. H., Moriya, E., Maciel, C. D., & Serrão, F. V. (2012). Trunk, Pelvis, Hip, and Knee Kinematics, Hip Strength, and Gluteal Muscle Activation During a Single-Leg Squat in Males and Females With and Without Patellofemoral Pain Syndrome. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 42(6), 491–501.

Nunes, G. S., Stapait, E. L., Kirsten, M. H., de Noronha, M., & Santos, G. M. (2013). Clinical test for diagnosis of patellofemoral pain syndrome: Systematic review with meta-analysis. *Physical Therapy in Sport*, 14(1), 54–59.

Park, S.-K., & Stefanyshyn, D. J. (2011). Greater Q angle may not be a risk factor of patellofemoral pain syndrome. *Clinical Biomechanics* (Bristol, Avon), 26(4), 392–396. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.11.015>

Patel, D. R., & Villalobos, A. (2017). Evaluation and management of knee pain in young athletes: Overuse injuries of the knee. *Translational Pediatrics*, 6(3), 190.

Pattyn, E., Verdonk, P., Steyaert, A., Vanden Bossche, L., Van Den Broecke, W., Thijs, Y., & Witvrouw, E. (2011). Vastus Medialis Obliquus Atrophy: Does It Exist in Patellofemoral Pain Syndrome? *The American Journal of Sports Medicine*, 39(7), 1450–1455. <https://doi.org/10.1177/0363546511401183>

Payne, K., Payne, J., & Larkin, T. A. (2020). Patellofemoral pain syndrome and pain severity is associated with asymmetry of gluteus medius muscle activation measured via ultrasound. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 99(7), 595–601.

Petersen, W., Ellermann, A., Gösele-Koppenburg, A., Best, R., Rembitzki, I. V., Brüggemann, G., & Liebau, C. (2014). Patellofemoral pain syndrome. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 22(10), 2264–2274. <https://doi.org/10.1007/s00167-013-2759-6>

Petersen, W., Rembitzki, I., & Liebau, C. (2017). Patellofemoral pain in athletes. *Open Access Journal of Sports Medicine*, Volume 8, 143–154. <https://doi.org/10.2147/OAJSM.S133406>

Pinar, H. (2004). Anterior knee pain in the absence of patellofemoral instability. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 38, 108–118.

Prins, M. R., & Van der Wurff, P. (2009). Females with patellofemoral pain syndrome have weak hip muscles: A systematic review. *Australian Journal of Physiotherapy*, 55(1), 9–15.

Reider, B. (2005). *The orthopaedic physical examination*. Elsevier Saunders Philadelphia. Retrieved from <https://webview.ntvg.nl/artikelen/orthopaedic-physical-examination>

Sharma, R., Vaibhav, V., Meshram, R., Singh, B., & Khorwal, G. (n.d.). A Systematic Review on Quadriceps Angle in Relation to Knee Abnormalities. *Cureus*, 15(1), e34355. <https://doi.org/10.7759/cureus.34355>

Sherman, S. L., Plackis, A. C., & Nuelle, C. W. (2014). Patellofemoral anatomy and biomechanics. *Clinics in Sports Medicine*, 33(3), 389–401.

Smith, B. E., Selfe, J., Thacker, D., Hendrick, P., Bateman, M., Moffatt, F., ... Logan, P. (2018). Incidence and prevalence of patellofemoral pain: A systematic review and meta-analysis. *PloS One*, 13(1), e0190892.

Smith, T. O., Davies, L., & Donell, S. T. (2009). The reliability and validity of assessing medio-lateral patellar position: A systematic review. *Manual Therapy*, 14(4), 355–362. <https://doi.org/10.1016/j.math.2008.08.001>

Souza, R. B., Draper, C. E., Fredericson, M., & Powers, C. M. (2010). Femur Rotation and Patellofemoral Joint Kinematics: A Weight-Bearing Magnetic Resonance Imaging Analysis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 40(5), 277–285. <https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3215>

Souza, R. B., & Powers, C. M. (2009). Differences in Hip Kinematics, Muscle Strength, and Muscle Activation Between Subjects With and Without Patellofemoral Pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(1), 12–19. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2885>

Thomeé, R., Augustsson, J., & Karlsson, J. (1999). Patellofemoral pain syndrome: A review of current issues. *Sports Medicine*, 28(4), 245–262.

Tschopp, M., & Brunner, F. (2017). Diseases and overuse injuries of the lower extremities in long distance runners. *Zeitschrift Fur Rheumatologie*, 76(5), 443–450.

Tuff, T., Beach, T. A., & Howarth, S. J. (2020). Biomechanical matching of low back external demands during the open-and closed-chain side bridge. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 15(1), 53.

Vairo, G. L., Moya-Angeler, J., Siorta, M. A., Anderson, A. H., & Sherbondy, P. S. (2019). Tibial Tubercle-Trochlear Groove Distance Is a Reliable and Accurate Indicator of Patellofemoral Instability. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 477(6), 1450–1458. <https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000000711>

Vora, M., Curry, E., Chipman, A., Matzkin, E., & Li, X. (2018). Patellofemoral pain syndrome in female athletes: A review of diagnoses, etiology and treatment options. *Orthopedic Reviews*, 9(4), 7281.

Watson, C. J., Leddy, H. M., Dynjan, T. D., & Parham, J. L. (2001). Reliability of the Lateral Pull Test and Tilt Test to Assess Patellar Alignment in Subjects with Symptomatic Knees: Student Raters. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 31(7), 368–374. <https://doi.org/10.2519/jospt.2001.31.7.368>

Watson, C. J., Propps, M., Galt, W., Redding, A., Dobbs, D., Dye, S. F., ... Galt, W. (1999). Reliability of McConnell's Classification of Patellar Orientation in Symptomatic and Asymptomatic Subjects. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 29(7), 378–393. <https://doi.org/10.2519/jospt.1999.29.7.378>

White, L. C., Dolphin, P., & Dixon, J. (2009). Hamstring length in patellofemoral pain syndrome. *Physiotherapy*, 95(1), 24–28.

Wilson, N. A., Press, J. M., Koh, J. L., Hendrix, R. W., & Zhang, L.-Q. (2009). In vivo noninvasive evaluation of abnormal patellar tracking during squatting in patients with patellofemoral pain. *JBJS*, 91(3), 558–566.

Witvrouw, E., Werner, S., Mikkelsen, C., Van Tiggelen, D., Vanden Berghe, L., & Cerulli, G. (2005). Clinical classification of patellofemoral pain syndrome: Guidelines for non-operative treatment. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 13(2), 122–130. <https://doi.org/10.1007/s00167-004-0577-6>

BÖLÜM 6

İNMEDE ÜST EKSTREMİTE ETKİLENİMİ ve GÜNCEL FİZYOTERAPİ YAKLAŞIMLARI

MUSTAFA KAVAK¹
AYŞE ŞİMŞEK²

Giriş

İnme, erişkin popülasyonda en yaygın görülen engellilik nedenlerinin başında gelmektedir (GBD 2019 Stroke Collaborators, 2021). İnmede ortaya çıkan fiziksel kısıtlılıklar arasında üst

¹ Öğr. Gör., Dr., Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Karabük/Türkiye, Orcid: 0000-0002-3631-2140, mustafakavak@karabuk.edu.tr

² Arş. Gör., Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Karabük/Türkiye, Orcid: 0000-0001-9315-1534, ayseşimsek@karabuk.edu.tr

ekstremitte fonksiyon bozukluğu özellikle öne çıkan ve bireyin günlük yaşam aktivitelerindeki (GYA) bağımsızlığını uzun vadede kısıtlayan bir problemdir. İstatistikler, inme geçiren bireylerin büyük bir çoğunluğunda (%85) başlangıçta üst ekstremitte sorunları görüldüğünü, bu oranın inmeyi takip eden 3-6 aylık dönemde dahi %55-75 seviyelerinde yüksek kaldığını ortaya koymaktadır (Wolf & ark., 2006). İyileşme profili hastanın klinik durumuna göre önemli farklılıklar göstermekte hastaların yaklaşık üçte birinde fonksiyonel kayıplar kalıcı olmakta, bir diğer üçte birinde bazı temel hareketlerin yapılabildiği kısmi bir iyileşme gözlemlenmekte, kalan grupta ise anlamlı bir düzelme sağlanamamaktadır. Üst ekstremitte işlevlerindeki bu kayıp, bireyin yaşam kalitesi, psikolojik durumu ve toplumsal katılımı üzerinde olumsuz etkilere yol açmaktadır (Bonnyaud & ark., 20018; Major & ark., 2016; Paolucci & ark., 2003).

Üst ekstremitenin fonksiyonel olarak iyileşme potansiyeli, alt ekstremiteye kıyasla daha düşüktür. Araştırmalar, inme sonrası bireylerin %80'den fazlasının yürüme yeteneğini yeniden kazanabildiğini, ancak yalnızca küçük bir azınlığın (%5-20) etkilenen kolunu günlük yaşamda tam anlamıyla kullanabildiğini göstermektedir (Rand ve Eng, 2011; Kroon & ark., 2002). Bu veriler, üst ekstremitte rehabilitasyonunun neden daha özel ve uzun soluklu bir yaklaşım gerektirdiğini açıkça ortaya koymaktadır.

Klinik Tablo ve İyileşme Sürecinin Nörofizyolojisi

İnme sonrası üst ekstremitede ortaya çıkan tablo, basit bir kas güçsüzlüğünden çok daha karmaşıktır. Klinik görünüm; kas zayıflığı, hareketlerde yavaşlama, spastisite, eklem hareket açıklığı kısıtlılıkları, duyu bozukluğu ve özellikle ince motor becerilerde belirginleşen koordinasyon bozukluğu ile karakterizedir (D'Imperio & ark., 2021). Merkezi sinir sisteminde yaşanan hasarı takiben gelişen "kötü uyumlanmış nöroplastisite" (maladaptif nöroplastisite)

sonucu, kas aktivasyon paternleri bozulur. Buna tipik bir örnek, kolun fleksiyonu sırasında yaşanır: Normalde hareketi başlatan deltoid kasının ön bölümünün aktivasyonundaki gecikme, komşu kasların aşırı çalışmasına yol açar. Üst trapez kasının erken devreye girmesi omuzun yukarı doğru çekilmesine, ardından deltoidin orta bölümünün aşırı aktivasyonu ise istenmeyen bir omuz abduksiyonuna neden olur. Ayrıca, sinerji adı verilen istemsiz hareket kalıpları devreye girerek, dirsekte fleksiyon ve ön kolun pronasyonu gibi bileşenlerle birlikte kısıtlı ve verimsiz bir kol kaldırma hareketi ortaya çıkar (De Baets & ark., 2016). Bu patolojik paternler, nesnelere uzanma, kavrama ve manipülasyon gibi temel işlevlerde bozulmalara neden olur.

İyileşme süreci doğrusal bir ilerleme yerine, hızlı bir başlangıcın ardından yavaşlayan logaritmik bir seyir izler (Kwakkel & ark., 2006). İnmeden hemen sonraki "flask" dönemde, kas tonusu ve refleksler kaybolmuştur. Zamanla, istemli hareketler belirginleşmeye başlar, ancak bu hareketler başlangıçta sinerjik ve kütleli (toplu) paternler şeklindedir. Sonraki aşamada, genellikle fleksör kaslarda tonus artışı (spastisite) gelişir ve hareketlerin kontrolü daha da zorlaşır. Spastisitenin şiddetlendiği bu evrede, seçici ve izole hareketler kaybolur. Bundan sonraki seyir, uygulanan rehabilitasyon programının niteliği ile doğrudan ilişkilidir. Doğru ve kişiye özgü bir tedavi ile spastisite yönetilebilir, izole hareketler geri kazanılmaya başlanır ve fonksiyonel hareket paternleri pekiştirilir (Brunnstrom 1966; Lang & ark., 2013).

Prognozu belirlemede erken dönem bulguları kritik öneme sahiptir. Örneğin, inmeden sonraki ikinci günde parmaklarını açabilen veya omzunu yana kaldırabilen hastaların altı ay sonra işlevsel becerileri kazanma olasılığı %98'e kadar yükselirken, bu hareketleri yapamayanlarda bu oran %25'e düşmektedir. İyileşmenin en hızlı olduğu dönem ilk üç ay olarak kabul edilse de sonraki aylarda ve hatta yıllarda dahi anlamlı gelişmelerin

kaydedilebileceğine dair kanıtlar, rehabilitasyonun her aşamada sürdürülmesi gerektiğini göstermektedir (Nijland & ark., 2010).

İnmeli Hastalarda Sık Görülen Üst Ekstremité Komplikasyonları

Üst ekstremitédeki nörolojik kayıplar, eklem ve yumuşak dokuların biyomekaniğini bozarak bir dizi ikincil komplikasyona zemin hazırlar. Bu komplikasyonlar, altta yatan sorunu daha da karmaşık hale getirir ve rehabilitasyon sürecini sekteye uğratır.

1. Hemiplejik Omuz Ağrısı: İnme sonrası hastaların %65-70'inde görülen en yaygın komplikasyonlardan biridir. Ağrı, yaşam kalitesini düşürür, rehabilitasyon motivasyonunu azaltır ve hastanın hareketten kaçınmasına neden olur. Tek bir nedene bağlı olmayıp, omuz subluksasyonu, spastisite, kompleks bölgesel ağrı sendromu, donuk omuz (adeziv kapsülit) ve rotator manşet yaralanmaları gibi birçok faktörden kaynaklanabilir (Anwer ve Alghadir, 2020).

2. Omuz Subluksasyonu: Özellikle inmenin erken "flask" döneminde, kol kaslarının desteğini kaybetmesi sonucu, üst kol kemiğinin başının eklem yuvasından aşağıya doğru kısmen yer değiştirmesidir. %17-71 gibi geniş bir aralıkta görülür. Subluksasyon, eklem çevresindeki yapıları gererek ağrıyı tetikler ve diğer komplikasyonların gelişim riskini artırır (Suethanapornkul & ark., 2008; Tumminelli & ark., 2017).

3. Kompleks Bölgesel Ağrı Sendromu: %12,5-50 arasında değişen sıklıkta görülür. Omuz-el sendromu olarak da bilinir. Hareket kısıtlılığına bağlı olarak gelişen dolaşım bozukluklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Şiddetli ağrı, şişlik, ciltte renk ve sıcaklık değişiklikleri, aşırı duyarlılık ve eklem sertliği ile kendini gösterir. Erken teşhis ve tedavi edilmezse kalıcı deformiteler gelişebilir (McKenna, 2001).

4. Rotator Manşet Lezyonları: Omuz eklemine stabilize eden dört kastan oluşan rotator manşet, inme sonrası en çok riske maruz kalan yapılardandır. Kasların zayıflaması nedeniyle, özellikle supraspinatus tendonu, kolun ağırlığına bağlı olarak sürekli bir gerilime maruz kalır. Bu kronik stres, tendonda yıpranma, enflamasyon ve hatta yırtıklara yol açarak omuz ağrısı ve hareket kısıtlılığını daha da şiddetlendirir (Yi & ark., 2013).

Diğer önemli komplikasyonlar arasında donuk omuz, brakial plexus yaralanmaları, heterotopik ossifikasyon (eklem çevresinde anormal kemik oluşumu) ve kas-tendon kısalıklarına bağlı kontraktürler sayılabilir.

İnmede Üst Ekstremité Rehabilitasyonunun Temel İlkeleri

İnme sonrası üst ekstremité iyileşmesi, motor kontrol, duyu, tonus regülasyonu ve komplikasyon yönetimini içeren çok faktörlü bir süreçtir. Fonksiyonel bir üst ekstremité için sadece kas gücünün değil, seçici hareketlerin, uygun skapulohumeral ritmin ve koordinasyonun geri kazanılması esastır (Lang ve Beebe, 2007).

Erken dönemde başlatılan, bireyin ihtiyaçlarına göre şekillendirilmiş kapsamlı bir rehabilitasyon programı hem nörolojik iyileşmeyi maksimize etmede hem de ikincil komplikasyonların önlenmesi ve yönetiminde hayati bir role sahiptir. İyileşmenin zamanla yavaşlasa da durmadığı gerçeği, kronik dönemdeki hastalar için de motivasyon kaynağı olmalıdır. Bu nedenle, üst ekstremité etkilenimi olan her inme hastası, fizyoterapi ve rehabilitasyon sürecinin merkezinde yer almalı ve uzun vadeli bir bakım perspektifiyle desteklenmelidir.

Üst ekstremité rehabilitasyonun amaç; komplikasyonları önlemek, ince motor kontrol ve duyu fonksiyonlarını restore etmektir. İnme hastalarının GYA'ni bağımsız olarak gerçekleştirebilmeleri için, el motor fonksiyonunun en uygun

rehabilitasyon yöntemleri kullanılarak yeniden sağlanması önemlidir. Bu amaçla üst ekstremitelerin motor becerilerini geliştirmek ve etkilenen üst ekstremitelikonksiyonel kullanımını arttırmak amacıyla çeşitli rehabilitasyon yöntemleri kullanılmaktadır (Özer & ark., 2015; Hatem & ark., 2016).

İnme Rehabilitasyonunda Kullanılan Konvansiyonel Fizyoterapiyi Destekleyici Yaklaşımlar

1. Kısıtlayıcı-Zorunlu Hareket Tedavisi: Teorik Temeller ve Klinik Uygulama

a. Giriş ve Tarihsel Gelişim

Kısıtlayıcı-Zorunlu Hareket Tedavisi (KZHT), inme gibi unilateral üst motor nöron lezyonları sonrasında üst ekstremitelikonksiyonlarını iyileştirmek amacıyla geliştirilmiş, kanıta dayalı bir nörorehabilitasyon yaklaşımıdır (Barzel & ark., 2015 ; Corbetta & ark., 2010). KZHT, inme rehabilitasyonunda öğrenme teorileri ve nöroplastisite prensiplerini birleştiren güçlü bir yaklaşımdır. Sadece bir "kısıtlama" tedavisi değil, yoğun alıştırma, davranış değişikliği ve yaşam tarzı modifikasyonunu içeren bütüncül bir programdır. Uygun hastalarda, üst ekstremitelikonksiyonlarında, GYA'nde bağımsızlıkta ve yaşam kalitesinde anlamlı iyileşmeler sağladığı kanıtlanmıştır. KZHT'nin etkinliği, rehabilitasyonda yoğunluk, tekrar ve motivasyonun önemini vurgulayarak, modern nörorehabilitasyon paradigmalarının şekillenmesine öncülük etmiştir (Morris & ark., 2001).

b. Teorik Çerçeve ve Etki Mekanizmaları

KZHT'nin etkinliği, birbiriyle yakından ilişkili iki temel nörofizyolojik mekanizma ile açıklanmaktadır:

- **Öğrenilmiş Kullanmamanın Tersine Çevrilmesi:** İnme sonrası birey, etkilenen kolunu kullanmaya çalıştığında sıklıkla ağrı, zorlanma veya başarısızlık yaşar. Bu olumsuz deneyimler, bireyi sağlam tarafını daha fazla kullanmaya iter. Zamanla, bu davranış pekişir ve merkezi sinir sisteminde etkilenen tarafın motor komutları "baskılanır". Sonuçta, motor kapasite kısmen geri gelse bile, birey etkilenen kolunu kullanma motivasyonunu ve alışkanlığını kaybeder. KZHT, sağlam tarafın kısıtlanması yoluyla bireyi etkilenen tarafı kullanmaya "zorlayarak", bu öğrenilmiş negatif davranış paternini kırmayı hedefler (Mark and Taub 2004; Uswatte and Taub 2013; Taub & ark., 2006).

- **Kullanıma Bağlı Kortikal Reorganizasyon (Nöroplastisite):** Beynin, deneyim ve öğrenme sonucunda yapısal ve fonksiyonel olarak yeniden organize olma yeteneğidir. KZHT'nin yoğun, tekrarlayıcı ve göreve özgü uygulaması, beynin etkilenen bölgelerinde plastisiteyi tetikler. Fonksiyonel manyetik rezonans çalışmaları, KZHT sonrasında etkilenen hemisferdeki motor korteks temsil alanlarının genişlediğini göstermiştir. Başka bir deyişle, tedavi, beynin "hasarlı" bölgesinin komşu sağlam nöronlarının fonksiyonu üstlenmesini veya mevcut bağlantıları güçlendirmesini sağlayarak, motor iyileşmeyi nöral düzeyde destekler (Mark & ark., 2006).

c. KZHT Protokolünün Temel Bileşenleri

Klasik KZHT protokolü, aşağıdaki üç ana bileşenden oluşan kapsamlı bir tedavi paketidir:

- **Davranış Şekillendirme:** Hastanın mevcut motor kapasitesinin hemen üzerinde, küçük, ölçülebilir ve artan zorluk derecelerine sahip motor görevlerin sistematik olarak uygulanmasıdır. Fizyoterapist, hastaya anlık sözlü ve görsel geri bildirimler vererek performansını

şekillendirir. Örneğin, bir nesneyi kavrama görevi, önce daha büyük bir nesne ile başlar, hasta başardıkça nesnenin boyutu küçültülür veya kavrama süresi uzatılır (Morris & ark., 2006).

- **Kısıtlayıcı Eldiven Kullanımı:** Tedavinin en ayırt edici özelliğidir. Sağlam üst ekstremitte, hastanın uyanık olduğu saatlerin yaklaşık %90'ında, avuç içi korumalı bir eldiven, askı veya splint ile kısıtlanır. Bu kısıtlama, öğrenilmiş kullanmama döngüsünü kırmak için hastayı sürekli olarak etkilenen tarafı kullanmaya mecbur bırakır. Güvenlik (yemek yeme, kesici alet kullanma vb.) ve kişisel hijyen aktiviteleri bu kısıtlamadan muaftır (Morris ve Taub 2001; Morris & ark., 2006).

- **GYA'ne Transfer:** Tedavinin kalıcılığını sağlamak için hayati öneme sahiptir. Bu bileşen şunları içerir:

1. **Davranış Sözleşmesi:** Hasta ile terapist arasında, ev egzersizleri ve kısıtlama kurallarına uyum konusunda yapılan yazılı anlaşma.

2. **Ev Programı ve Günlük Tutma:** Hastadan, evde etkilenen koluyla yaptığı aktiviteleri bir liste halinde kaydetmesi istenir. Bu kayıtlar, terapist ile yapılan geri bildirim seanslarının temelini oluşturur.

3. **Problem Çözme Stratejileri:** Hasta, günlük yaşamda karşılaştığı zorlukları etkilenen kolla nasıl aşacağı konusunda teşvik edilir (Morris & ark., 2006; Page & ark., 2013).

d. Hasta Seçim Kriterleri

KZHT'den maksimum fayda görebilmek için hastaların belirli kriterlere uygun olması gerekir. Bu kriterler, etkilenen üst ekstremitede minimal aktif hareket kapasitesinin varlığını şart koşar. Bu kapasite, "yüksek fonksiyon" ve "düşük fonksiyon" olmak üzere iki seviyede tanımlanır:

Yüksek Fonksiyon Kriterleri:

- Omuzda en az 45° fleksiyon/abdüksiyon
- Dirsekte 90° fleksiyondan en az 20° ekstansiyon
- El bileğinde tam fleksiyondan en az 20° ekstansiyon
- Başparmak ve diğer parmaklarda en az 10° ekstansiyon/abdüksiyon

Düşük Fonksiyon Kriterleri:

- El bileğinde en az 10° ekstansiyon
- En az iki parmakta 10° ekstansiyon

Ek olarak, hastanın iletişim kurabilmesi, yönergeleri anlayabilmesi, tedaviyi etkileyecek düzeyde şiddetli ağrı veya spastisitesinin olmaması ve motivasyonunun yüksek olması beklenir (Karaduman & ark., 2017).

e. Uygulama Süresi

Yapılan araştırmalar, KZHT'nin inme geçirmiş bireylerde üst ekstremitte fonksiyonlarını, GYA ve fonksiyonel bağımsızlığı iyileştirmede etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır. Geleneksel tedavilerle karşılaştırıldığında, CIMT'nin üst ekstremitte motor fonksiyonunda ve yaşam kalitesinde daha anlamlı kazanımlar sağladığı bildirilmiştir (Kaneko ve ark. 2024, de Azevedo ve ark. 2022).

Yapılan kapsamlı bir meta-analiz, farklı KZHT protokollerinin etkinliğini değerlendirmiş ve optimal bir protokol önermiştir. Buna göre; sağlam kolun günde 4-6 saat kısıtlandığı ve gövde kısıtlamasının da eklendiğı KZHT protokolü, Fugl-Meyer Değerlendirmesi (Üst Ekstremité) ve Kol Eylem Araştırma Testi (ARAT) gibi motor iyileşme ölçeklerinde, aynı zamanda Motor Aktivite Günlüğü'ne dayalı hareket kalitesi ve kullanım miktarı ölçeklerinde en etkili müdahale olarak belirlenmiştir. Bu bulgu, protokolün detaylarının ve yoğunluğunun tedavi başarısı için kritik öneme sahip olduğunu göstermektedir (Gao & ark., 2023).

2. Eylem Gözlem Terapisi

Eylem Gözlem Terapisi (EGT), son yıllarda nörorehabilitasyon alanında kullanılmaya başlanmış yenilikçi ve kanıta dayalı bir yaklaşımdır. Temelinde, başkaları tarafından gerçekleştirilen eylemlerin gözlemlenmesi sırasında bireyin kendi motor sisteminde benzer nöral aktivasyonların ortaya çıktığı görüşü yer almaktadır. Bu durum, motor öğrenmeyi kolaylaştırmakta, yeni motor becerilerin kazanılmasını desteklemekte ve motor hafızanın pekişmesine katkı sağlamaktadır (Sarasso & ark., 2015; Ryan & ark., 2021).

EGT'nin nörofizyolojik temeli, 1990'lı yıllarda Parma Üniversitesi'nde keşfedilen "ayna nöron sistemine" dayanmaktadır. Ayna nöronlar, yalnızca bir eylemi gerçekleştirildiğinde değil, aynı zamanda bu eylem gözlemlendiğinde de aktive olmaktadır. İnsan beyninde ayna nöronların varlığı, transkraniyal manyetik stimölasyon (TMS) ve fonksiyonel nörogörüntüleme teknikleriyle gösterilmiştir. Bu bulgu, motor rehabilitasyonda gözlem ve taklitin birleştirildiğı yeni terapötik yöntemlerin geliştirilmesine zemin hazırlamıştır (Fadiga & ark., 1995).

EGT uygulamalarında genellikle GYA temel alınır. Hastalardan, bilgisayar ekranında sunulan belirli amaç odaklı video-

klipleri dikkatle izlemeleri ve ardından gözlemledikleri bu hareketleri uygulamaları istenir. Örneğin, kahve içme eylemi birkaç motor alt bileşene ayrılarak (kahveyi bardağa koyma, şeker ekleme, karıştırma, bardağı ağza götürme) gösterilebilir. Her bir hareket belirli sürelerle gözlemlenir ve sonrasında hasta tarafından tekrarlanır. Bu şekilde, görsel uyaranların motor çıktıya dönüşmesi hedeflenir (Buccino, 2014; Zhang & ark., 2023).

EGT'nin etkinliğini belirleyen çeşitli faktörler vardır. Gözlemlenen eylemin kinematik özellikleri, biyomekanik gerçekçiliği ve hedef odaklılığı; aktörün insan ya da robot olması, sayısı ve gerçekçilik düzeyi; gözlemcinin dikkat, farkındalık, aşinalık ve sosyal etkileşim geçmişi gibi bireysel özellikleri, ayna nöron aktivasyonunu farklı düzeylerde etkilemektedir. Ayrıca, eylemin 1. kişi perspektifinden gözlemlenmesinin, 3. kişi bakış açısına göre daha güçlü motor rezonans oluşturduğu bildirilmektedir (Sarasso & ark., 2015; Calvo-Merino & ark., 2005; Yu ve Park, 2022).

Yapılan bilimsel çalışmalar, EGT inme sonrası üst ekstremité rehabilitasyonunda motor öğrenmeyi kolaylaştıran, kortikal reorganizasyonu destekleyen ve fonksiyonel iyileşmeye katkı sağlayan yenilikçi ve umut verici bir yaklaşım olduğunu ortaya koymaktadır (Massen ve Prinz, 2009; Platz ve Lotze, 2018). Araştırmalar, bu terapi yönteminin farklı inme evrelerindeki hastalarda motor iyileşmeyi desteklediğini göstermektedir. Özellikle subakut (erken) inme döneminde, orta ila şiddetli üst uzuv engeli olan bireylerde EGT'nin motor iyileşmeyi artırmada katkıda bulunabileceği belirtilmektedir (Mancuso & ark., 2019). Ancak, EGT'nin bu olumlu klinik etkinliğini daha iyi anlamak ve protokolleri optimize etmek için bu nöral süreçleri araştıran ileri çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Zhang & ark., 2019). Sonuç olarak, mevcut kanıtlar EGT'nin inme rehabilitasyonunda hem erken

hem de geç dönemlerde değerli bir tamamlayıcı tedavi seçeneği olabileceğine işaret etmektedir (Hsieh & ark., 2025).

3. Ayna Terapisi

Ayna terapi (AT), ilk olarak 1990'lı yıllarda nörolog V.S. Ramachandran ve ekibi tarafından, amputasyon sonrası gelişen fantom ağrısının tedavisi amacıyla geliştirilmiş yenilikçi bir nörorehabilitasyon yöntemidir. Temel prensibi, bir ayna kullanılarak hastanın sağlam taraf ekstremite hareketlerinin yansımısını izlemesi ve bu görsel geri bildirim sayesinde, etkilenen veya olmayan (fantom) tarafta normal hareket algısı oluşturulmasına dayanır (Ramachandran ve Altschuler, 2009).

AT, nörobilimsel temellere dayanan, basit, ucuz, güvenli ve etkinliği kanıtlanmış bir tamamlayıcı rehabilitasyon yöntemidir. Görsel illüzyon yoluyla beyin plastisitesini harekete geçirerek, nörolojik hastalıklarda görülen motor ve duyuusal kısıtlılıklarda iyileşme sağlayabilmektedir. Özellikle inme rehabilitasyonunda, standart fizyoterapi ve ergoterapi programlarına entegre edilmesi, fonksiyonel iyileşmeyi önemli ölçüde artırabilecek değerli bir araçtır (Thieme & ark., 2018; Gandhi & ark., 2020; Pérez-Cruzado & ark., 2017).

Başlangıçta "ayna kutusu" adı verilen özel bir düzenekle uygulanan yöntem, zamanla fantom ağrı dışında, inme sonrası hemiparezi, kompleks bölgesel ağrı sendromu ve periferik sinir yaralanmaları gibi çeşitli nörolojik ve ağrılı durumların rehabilitasyonunda yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Ramachandran ve Altschuler, 2009; Breivik & ark., 2013; Sato & ark., 2010; Dąbrowski & ark., 2019).

a. Etki Mekanizmalarına İlişkin Teoriler

AT'nin terapötik etkisini açıklamaya yönelik birkaç temel nörofizyolojik teori mevcuttur:

- Görsel-Motor Entegrasyon Teorisi: Nörolojik bir hasar sonrasında, beyin etkilenen taraftan gelen duyuşal ve motor geri bildirimleri alamaz. Bu durum, "öğrenilmiş kullanmama" veya "öğrenilmiş ağrı" gibi patolojik durumlara yol açar. AT, sağlam taraftan yapılan hareketlerin görsel illüzyonu yoluyla, beyne etkilenen tarafın da sorunsuz bir şekilde hareket ettiğine dair güçlü bir görsel girdi sağlar. Bu sayede, bozulmuş olan görsel ve motor bilgi entegrasyonu yeniden düzenlenir ve anormal ağrı veya hareket kısıtlılığı algısı kırılmaya çalışılır (Beery & ark., 2010).
- Ayna Nöron Sistemi Teorisi: AT'nin etkinliğini açıklayan en güçlü teorilerden biridir. Ayna nöronlar, bir eylemi bizzat kendimiz yaptığımızda olduğu kadar, başka birini o eylemi yaparken izlediğimizde de aktif hale gelen özelleşmiş sinir hücreleridir. AT sırasında hasta, sağlam elinin aynadaki yansımasını (etkilenen eli hareket ediyormuş gibi) izler. Bu gözlem, beynin premotor korteks ve inferior parietal lob gibi bölgelerinde yer alan ayna nöronları harekete geçirerek, sanki etkilenen el hareket ediyormuş gibi bir motor simülasyon oluşturur. Bu simülasyon, motor öğrenmeyi teşvik eder ve beyin plastisitesini uyarak iyileşmeyi destekler (Rizzolatti & ark., 2004).
- İnterhemisferik Dengenin Yeniden Sağlanması: İnme gibi unilateral beyin hasarlarında, iki beyin yarımküresi arasındaki inhibe edici dengenin bozulduğu düşünülmektedir. Sağlam hemisferden gelen aşırı inhibisyon, etkilenen hemisferdeki motor iyileşmeyi baskılayabilir. AT ile sağlam tarafın hareketi izlenirken, esas olarak ipsilateral (aynı taraftaki) motor korteks de uyarılır.

Bu sürecin, iki hemisfer arasındaki dengenin normalleşmesine katkıda bulunarak etkilenen taraftaki motor fonksiyonların iyileşmesine olanak sağladığı öne sürülmektedir (Ramachandran ve Altschuler, 2009).

b. Klinik Uygulama Protokolü

AT uygulaması oldukça basit ve uygulanabilir bir protokol izler:

- **Hastanın Pozisyonlanması:** Hasta, vücudunun orta hattına (parasagittal düzlemde) veya 45° açıyla yerleştirilmiş bir aynanın önüne oturtulur.
- **Ekstremitelerin Yerleştirilmesi:** Sağlam ekstremit aynanın önüne, hasta tarafından net bir şekilde görülecek şekilde yerleştirilir. Etkilenen ekstremit ise aynanın arkasında, hastanın görüş alanı dışında kalacak şekilde konumlandırılır (Miclaus & ark., 2021).
- **Uygulama:** Hastadan, dikkatini aynadaki yansımaya odaklaması ve sağlam ekstremit ile çeşitli hareketler (açma-kapama, kavrama, parmak hareketleri vb.) yapması istenir. Hasta, bu sayede aynadaki yansımayı izleyerek etkilenen ekstremitesinin de aynı şekilde, ağrısız ve sorunsuz hareket ettiği illüzyonunu yaşar (Miclaus & ark., 2021).
- **Süre ve Sıklık:** Uygulama sırasında hastanın konsantrasyonunu sağlamak için sessiz bir ortam önemlidir. Seanslar genellikle günde 20-30 dakika süreyle ve haftada 5-7 gün olacak şekilde planlanır (Yeldan, 2015; Sezer, 2016).

c. Klinik Etkinlik ve Uygulama Alanları

Yapılan randomize kontrollü çalışmalar ve derlemeler, AT'nin özellikle inme rehabilitasyonunda üst ekstremit motor fonksiyonlarını, GYA'ndeki bağımsızlığı ve el becerilerini anlamlı düzeyde iyileştirdiğini göstermektedir. Etkilerinin tedavi sonrasında da uzun süre devam ettiği bildirilmiştir. Motor fonksiyonların yanı sıra, duyuşal defisitler, görsel-uzaysal ihmal ve inme sonrası ağrı üzerinde de olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir. AT, konvansiyonel tedavilere ek olarak uygulanabildiği gibi, şiddetli parezisi olan ve aktif hareket yapamayan hastalarda dahi kullanılabilmesi açısından büyük bir avantaj sağlar (Thieme & ark., 2018; Gandhi & ark., 2020; Pérez-Cruzado & ark., 2017).

AT'nin geleneksel rehabilitasyona ek bir modalite olarak kullanılmasının da son derece faydalı olduğu vurgulanmaktadır. Geleneksel bir rehabilitasyon programına entegre edildiğinde, ayna tedavisinin üst ekstremitenin motor iyileşmesine belirgin bir ek katkı sağladığı tespit edilmiştir. Bununla birlikte AT'nin tek başına uygulandığında dahi geleneksel rehabilitasyon yöntemlerine kıyasla daha üstün sonuçlar verebileceği belirtilmektedir. (Gandhi & ark., 2020; Toh ve Fong, 2012).

Özellikle kronik inme evresindeki hastalar için bu yöntem umut vericidir. Yapılan araştırmalar, ayna tedavisinin bu hasta grubunda yalnızca felçli kolun motor fonksiyonlarını değil, aynı zamanda GYA'ndeki bağımsızlık ve performansı da anlamlı ölçüde artırdığını göstermektedir. Hem akut hem de kronik dönemdeki hastalarda fonksiyonel iyileşmeyi desteklemesi, onu inme rehabilitasyonunun vazgeçilmez araçlarından biri haline getirmektedir (Thieme & ark., 2018; Gandhi & ark., 2020; Pérez-Cruzado & ark., 2017).

4. Motor İmgeleme

İmgeleme, işitsel, görsel, kinestetik, olfaktör veya taktil bir deneyimin zihinde yeniden canlandırılması anlamına gelir. Bu, uygun duyuşsal girdi olmaksızın algısal bilgileri zihnimizde temsil edebildiğimiz bilişsel bir simülasyon sürecidir (Brogaard ve Gatzia, 2017). Motor İmgeleme (Mİ) ise, belirli bir motor eylemin herhangi bir motor çıktısı olmadan zihinde yeniden üretildiği aktif bir süreçtir. Başka bir deyişle, Mİ'de vücut hareketi olmaksızın hareketin zihinde provası yapılır. Mİ, motor eylemlerin çalışan bellekte yeniden etkinleştirilmesini sağlayan karmaşık bir bilişsel işlemdir. Mİ uygulaması, gevşeme tekniklerini takiben hastanın etkilenen ekstremiteleriyle belirli hareketleri görsel ve/veya kinestetik olarak imgelemesini içerir (Dickstein ve Deutsch, 2007; Seebacher & ark., 2023; Brogaard ve Gatzia, 2017; Kaur & ark., 2019).

Mİ uygulaması, motor performansın geliştirilmesi, yeni bir hareketin öğrenilmesi veya bilinen bir hareketin kalitesinin artırılması amacıyla özellikle sporcu, dansçı, müzisyen gibi sağlıklı kişilerde veya inme, Parkinson, spinal kord yaralanmaları gibi nörolojik rahatsızlığı bulunanlarda kullanılır (Dickstein ve Deutsch, 2007; Cicinelli & ark., 2006; Seebacher & ark., 2023).

a. Mİ Türleri

Mİ genel olarak örtük Mİ ve açık Mİ olmak üzere ikiye ayrılır. Örtük Mİ, zihinsel rotasyon yeteneği ile ilgilidir. Açık Mİ ise bir hareketin bilinçli kinestetik veya görsel provasıdır ve kendi içinde iki ana türe ayrılır:

- **Görsel İmgeleme (Gİ) / Eksternal İmgeleme:** Eylemin zihinde görselleştirilmesidir.

1. Dışsal Görselleştirme: Kişi hareketi yaparken kendini bir başkasının gözünden (üçüncü şahıs bakış açısıyla) görüyormuş gibi zihninde canlandırır.

2. İçsel Görselleştirme: Kişi hareketi kendi gözünden (birinci şahıs bakış açısıyla) görüyormuş gibi canlandırır (Mokienko & ark., 2014).

- **Kinestetik İmgeleme (Kİ) / İnternal İmgeleme:** Eylemle ortaya çıkan duyuşsal (estetik) hislerin hayal edilmesidir. Kişi hareketi yaparken omuz eklemindeki pozisyon değişimi, kas gerilimi ve kasılma, hız, temas edilen nesne gibi duyumları hissetmeye çalışır. Kİ, kişinin kendi hareketleri ile ilişkiliyken, Gİ hareketin ortamdaki uzamsal koordinatları ile ilişkilidir.

Terapide hangi imgeleme kategorisinin (Gİ veya Kİ) kullanılacağı; görevin doğası, öğrenme aşaması, çevre ve bireyin kişisel özellikleri gibi faktörlere bağlı olarak belirlenir. Örneğin, postüral stabilitenin geliştirilmesinde görsel imgeleme daha etkiliyken, üst ekstremité performansını içeren bir görev için kinestetik imgeleme daha etkili bulunmuştur. Yeni motor görevleri öğrenirken hareket biçiminin önemli olduğu durumlarda Gİ, el koordinasyonu ve zamanlamanın önemli olduğu durumlarda ise Kİ daha uygun olabilir. Çoğu kişi için, iki imge tipini bir arada kullanmak en uygun yaklaşımdır (Dickstein ve Deutsch, 2007; Rothwell & ark., 2007).

Her ne kadar Mİ, motor hareketle benzer beyin alanlarını aktive etse de aktivasyon seviyesi tipik olarak gerçek hareket sırasındakinden daha düşüktür. Bunun nedenlerinden biri, Mİ'nin gerçek hareket için eşiğin altında bir nöral aktivasyonla sonuçlanması veya hayali hareketin açık üretimini önlemek için hareketlerin engellenmesidir (Yoxon & ark., 2019).

b. İnme Rehabilitasyonunda Mİ

İnme sekelleri hastaların hareket kabiliyetlerini, bağımsızlıklarını ve yaşam kalitelerini ciddi şekilde

sınırlandırmaktadır. Mİ, inme rehabilitasyonunda geliştirilen yeni tedavi yaklaşımlarından biridir. Güvenli, düşük maliyetli olması, özel bir ekipman veya klinik ortam gerektirmemesi ve hastaların fiziksel olarak yorulmadan daha yoğun çalışma imkânı sunması gibi avantajları nedeniyle diğer yöntemlerden bir adım öne çıkmaktadır (Stinear & ark., 2007; Fernandez-Gomez ve Sanchez-Cabeza 2018).

İnme sonrası üst ekstremitte rehabilitasyonunda, Mİ umut verici bir tamamlayıcı terapi yöntemi olarak öne çıkmaktadır. Mİ'nin geleneksel tedaviye ek olarak veya tek başına kullanılmasının inme hastalarında üst ekstremitede fonksiyonel iyileşmeye, el becerilerini geliştirmeye ve GYA'daki kısıtlılıkları azaltmaya katkı sağladığına dair pek çok araştırma bulunmaktadır. Bu araştırmaların ortak bulguları, Mİ'nin geleneksel fizyoterapi veya ergoterapi ile birleştirilmesinin, üst uzuv motor işlevi ve fonksiyonel hareketlilik üzerinde anlamlı olumlu etkileri olduğunu göstermektedir (MacIntyre & ark., 2018; Fernández-Gómez ve Sánchez-Cabeza, 2018; Kim ve Lee, 2015). Bu yaklaşım, özellikle geleneksel tedavilere entegre edildiğinde daha etkili görünmekte; hatta Beyin-Bilgisayar Arayüzü (BCI) gibi teknolojilerle desteklendiğinde hem motor iyileşmeyi hem de beyin işlevindeki nöroplastisiteyi artırabilmektedir (Kruse & ark., 2020).

Mevcut kanıtlar, Mİ eğitiminin inme hastalarında üst ekstremitte performansını iyileştirmek için uygulanabilir ve faydalı bir yöntem olduğunu düşündürmektedir. Ancak, uygulamanın etkinliğini daha da optimize etmek için, müdahalenin ideal sıklığı, süresi ve hangi Mİ tipinin (kinestetik/görsel) daha etkili olduğu gibi konularda standart kılavuzlar oluşturmak amacıyla daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Cotinguiba Machado & ark., 2019).

5. İnmede Üst Ekstremitte Rehabilitasyonunda Robotik Teknoloji

Son yıllarda hızla gelişen robotik teknolojiler, nörorehabilitasyon alanında umut verici yeni imkanlar sunmaktadır. Özellikle inme sonrası görülen motor bozuklukların rehabilitasyonunda robotik cihazların kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır. Robotik sistemlerin rehabilitasyon programlarına entegre edilmesindeki en önemli avantaj, yüksek dozajlı ve yüksek yoğunluklu egzersiz imkânı sağlamasıdır. Bu özellik, geleneksel rehabilitasyon yaklaşımlarına kıyasla daha uzun süreli, sürekli ve objektif bir tedavi süreci yürütülmesine imkan tanımaktadır. (Chang ve Kim, 2013; Karaduman & ark., 2014).

Robotik rehabilitasyon (RR) cihazları, hastalara tekrar eden ve amaca yönelik hareketler sunarak motor öğrenmeyi destekler. Görsel ve işitsel geri bildirimler aracılığıyla hastanın tedaviye aktif katılımı sağlanır, aynı zamanda motivasyonu artırılır. Özellikle sanal gerçeklik ile entegre edilen oyun tabanlı uygulamalar sayesinde hasta, yalnızca pasif bir alıcı konumunda kalmaz, görev odaklı hareketler yaparak motor becerilerini geliştirme sürecine aktif olarak dâhil olur. Bu yönüyle RR, hem kas kuvveti ve koordinasyonun gelişmesine katkı sağlamak hem de bireyin iyileşme sürecine yönelik farkındalığını ve katılım isteğini artırmaktadır (Calabrò & ark., 2015; Kober & ark., 2013).

İnme sonrası rehabilitasyonda kullanılan robotik cihazlar genel olarak terapötik ve yardımcı olmak üzere ikiye ayrılır. Yardımcı robotlar daha çok kompansasyon amacıyla GYA'ne destek sağlarken, terapötik robotlar doğrudan motor eğitimi hedefler. Terapötik robotik sistemler, üst ve alt ekstremiteye yönelik farklı tasarımlarda olabilir. Üst ekstremiteye odaklanan cihazlar arasında end-effector tipi ve dış iskelet (ekzoskeleton) tipi sistemler öne çıkar (Weiss & ark., 2006; Weiss & ark., 2014; Gaggioli & ark., 2009).

End-effector tipi robotlar, ekstremitenin distal ucundan bağlantı kurarak hareketi yönlendirir. Kullanımı ve farklı hasta

gruplarına uyarlanması kolaydır, ancak proksimal eklemleri doğrudan kontrol edemediği için zaman zaman anormal hareket paternlerine yol açabilir. Ekzoskeleton tipi robotlar ise insan anatomisine uygun olarak eklem eksenleriyle hizalanmış şekilde tasarlanır. Bu nedenle hareketin daha fizyolojik gerçekleşmesine yardımcı olur ve yanlış postür gelişme riskini azaltır. Daha karmaşık ve maliyetli olmalarına rağmen, kontrollü ve güvenilir bir tedavi ortamı sağlarlar (Weber ve ark. 2018).

RR'nin klinik açıdan sağladığı başlıca avantajlar şunlardır:

- Uzun süreli ve kesintisiz tedavi imkânı sunması,
- Hastanın ihtiyacına göre hız, direnç ve tekrar sayısının ayarlanabilmesi,
- Farklı fonksiyonel hareketlerin programlanabilmesi,
- Objelerle etkileşim sağlayarak görev odaklı egzersizlerin yapılabilmesi,
- Tedaviye ilişkin objektif performans ölçümleri ve geri bildirim sağlaması.

(Merians & ark., 2011; Fasoli & ark., 2004; Hesse & ark., 2003). Robotik teknolojilerin inme sonrası üst ekstremité rehabilitasyonunda kullanımı, hastaların motor fonksiyonlarını geliştirmede, motivasyonlarını artırmada ve iyileşme süreçlerini desteklemede güçlü bir araç haline gelmiştir. Bu sistemler, geleneksel tedavi yöntemlerinin yerini almak yerine onları tamamlayıcı bir unsur olarak değerlendirilmelidir. İlerleyen yıllarda teknolojinin daha da gelişmesiyle birlikte, robotik rehabilitasyonun klinik uygulamalarda çok daha geniş bir yer bulması beklenmektedir (Weiss & ark., 2006; Weiss & ark., 2014; Gaggioli & ark., 2009).

RR, özellikle belirgin üst uzuv hemiplejisi bulunan ve spontan iyileşme potansiyeli kısıtlı olan inme hastalarında, geleneksel rehabilitasyona kıyasla üst uzuv motor bozukluklarının düzeltilmesinde daha etkili olabilmektedir (Wu & ark., 2021). Bununla birlikte RR'nin sanal gerçeklik uygulamaları ile entegrasyonu, üst ekstremité fonksiyonlarında iyileşme sağlama potansiyelini artırmakta; ancak bu etkinin mekanizmalarının daha iyi anlaşılması, bulguların tutarlılığının ve genellenebilirliğinin değerlendirilmesi için ileri araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır (Alashram, 2024).

Mevcut sistematik incelemeler, RR'nin özellikle kronik inme hastalarında üst ekstremité motor fonksiyonlarının iyileştirilmesinde konvansiyonel tedaviye kıyasla daha etkili olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, kas tonusunda ya da GYA'nde anlamlı bir iyileşme her zaman gözlenmemiştir. Ancak genel olarak robotik cihazların kullanımı, inme hastalarında kol fonksiyonlarının rehabilitasyon sürecinde olumlu katkılar sağlayabilmektedir (Bertani & ark., 2017). RR inme sonrası üst ekstremité fonksiyonlarının geliştirilmesinde umut vadeden bir yaklaşım olup, taşınabilirlik, modülerlik ve ev temelli uygulamaların geliştirilmesiyle klinik etkinliğinin daha da artırılması beklenmektedir (Tseng & ark., 2024).

Sonuç olarak, inme sonrası üst ekstremité fonksiyonlarının yeniden kazanımı çok boyutlu, nörofizyolojik temellere dayanan ve bireye özgü bir rehabilitasyon yaklaşımını gerektirmektedir. Üst ekstremitéde görülen motor kontrol kaybı, kuvvet kaybı, spastisite, duyu bozuklukları ve öğrenilmiş çaresizlik gibi yaygın sorunlar, müdahale programlarının bütüncül bir bakış açısıyla planlanmasını zorunlu kılmaktadır. Bu doğrultuda AT, KZHT, Mİ, EGT ve RR gibi çağdaş yöntemler, motor öğrenme ilkelerini destekleyerek nöroplastisiteyi artırmakta ve fonksiyonel iyileşmeye katkı sağlamaktadır. Bu yaklaşımların uygun doz, süre ve hasta seçimi doğrultusunda kombine edilmesi, rehabilitasyonun etkinliğini

artırmakta; klinisyenlere kanıta dayalı, yenilikçi ve etkili müdahale seçenekleri sunmaktadır. Dolayısıyla, inmenin üst ekstremité rehabilitasyonunda konvansiyonel fizyoterapi uygulamalarının etkisi; bu yöntemleri destekleyen tamamlayıcı fizyoterapi yaklaşımlarının, uygun terapötik stratejilerle bütünleştirildiği dinamik bir süreç içerisinde önemli ölçüde artmaktadır.

Kaynaklar

Anwer, S., & Alghadir, A. (2020). Incidence, prevalence, and risk factors of hemiplegic shoulder pain: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 4962.

Barzel, A., Ketels, G., Stark, A., Tetzlaff, B., Daubmann, A., Wegscheider, K., ... & Scherer, M. (2015). Home-based constraint-induced movement therapy for patients with upper limb dysfunction after stroke (HOMECIMT): A cluster-randomised, controlled trial. *The Lancet Neurology*, 14(9), 893–902. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(15\)00147-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(15)00147-7)

Beery, K. E., Buktenica, N. A., & Beery, N. A. (2010). *The Beery-Buktenica developmental test of visual-motor integration* (6th ed.). Pearson.

Bonnyaud, C., Gallien, P., Decavel, P., Marque, P., Aymard, C., Pellas, F., et al. (2018). Effects of a 6-month self-rehabilitation programme in addition to botulinum toxin injections and conventional physiotherapy on limitations of patients with spastic hemiparesis following stroke (ADJU-TOX): Protocol study for a randomised controlled, investigator blinded study. *BMJ Open*, 8(8), e020915.

Brogaard, B., & Gatzia, D. E. (2017). Unconscious imagination and the mental imagery debate. *Frontiers in Psychology*, 8, 799.

Brunnstrom, S. (1966). Motor testing procedures in hemiplegia: Based on sequential recovery stages. *Physical Therapy*, 46, 357–375.

Calabrò, R. S., De Cola, M. C., Leo, A., Reitano, S., Balletta, T., Trombetta, G., ... Bramanti, P. (2015). Robotic neurorehabilitation in patients with chronic stroke: Psychological well-being beyond motor improvement. *International Journal of Rehabilitation Research*, 38(3), 219–225.

Corbetta, D., Sirtori, V., Moja, L., & Gatti, R. (2010). Constraint-induced movement therapy in stroke patients: Systematic review and meta-analysis. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 46(4), 537–544.

D’Imperio, D., et al. (2021). Sensorimotor, attentional, and neuroanatomical predictors of upper limb motor deficits and rehabilitation outcome after stroke. In G. Delevati Colpo (Ed.), *Neural Plasticity*, 2021, 8845685. <https://doi.org/10.1155/2021/8845685>

Dąbrowski, J., Czajka, A., Zielińska-Turek, J., Jaroszyński, J., Furtak-Niczyporuk, M., Mela, A., et al. (yıl yok). Brain functional reserve in the context of neuroplasticity after stroke. *Neural Plasticity*. (Yıl verilmemiş—APA6’da “n.d.” kullanılabilir → isterseniz ekleyebilirim.)

de Azevedo, J. A., Barbosa, F. D. S., Seixas, V. M., da Silva Scipioni, K. R. D., Sampaio, P. Y. S., da Cruz, D. M. C., Piscitelli, D., Chui, K. K., & de Freitas Zanona, A. (2022). Effects of constraint-induced movement therapy on activity and participation after a stroke: Systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 987061. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.987061>

De Baets, L., Van Deun, S., Monari, D., & Jaspers, E. (2016). Three-dimensional kinematics of the scapula and trunk, and associated scapular muscle timing in individuals with stroke. *Human Movement Science*, 48, 82–90.

Dickstein, R., & Deutsch, J. E. (2007). Motor imagery in physical therapist practice. *Physical Therapy*, 87(7), 942–953.

Fasoli, S. E., Krebs, H. I., & Hogan, N. (2004). Robotic technology and stroke rehabilitation: Translating research into practice. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 11(4), 11–19.

Fernandez-Gomez, E., & Sanchez-Cabeza, A. (2018). Imagineria motora: Revision sistematica de su efectividad en la rehabilitacion de la extremidad superior tras un ictus [Motor imagery: A systematic review of its effectiveness in the rehabilitation of the upper limb following a stroke]. *Revista de Neurología*, 66(5), 137–146.

Gaggioli, A., Keshner, E. A., & Weiss, P. L. T. (2009). Advanced technologies in rehabilitation: Empowering cognitive, physical, social and communicative skills through virtual reality, robots, wearable systems and brain-computer interfaces. *Studies in Health Technology and Informatics*, 145, 304.

Gandhi, D. B. C., Sterba, A., Khatter, H., & Pandian, J. D. (2020). Mirror therapy in stroke rehabilitation: Current perspectives. *Therapeutics and Clinical Risk Management*, 16, 75–85.

Gao, Q., Zhang, Y., Long, J., Pang, M., Wang, J., & Yang, F. (2023). Effect of different constraint-induced movement therapy protocols on recovery of stroke survivors with upper-extremity dysfunction: A systematic review and network meta-analysis. *International Journal of Rehabilitation Research*, 46(1), 133–150. <https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000524>

GBD 2019 Stroke Collaborators. (2021). Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet Neurology*, 20(10), 795–820. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(21\)00252-0](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(21)00252-0)

Hatem, S. M., Saussez, G., Della Faille, M., Prist, V., Zhang, X., Dispa, D., & Bleyenheuft, Y. (2016). Rehabilitation of motor function after stroke: A multiple systematic review focused on

techniques to stimulate upper extremity recovery. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 442.

Hesse, S., Schmidt, H., Werner, C., & Bardeleben, A. (2003). Upper and lower extremity robotic devices for rehabilitation and for studying motor control. *Current Opinion in Neurology*, 16(6), 705–710.

Hsieh, Y.-W., Lee, M.-T., Hsu, Y.-C., Wu, K.-Y., & Chen, C.-C. (2025). Digital mirror therapy and action observation therapy for chronic stroke: A pilot randomized controlled trial. *Occupational Therapy International*. <https://doi.org/10.1155/oti/8741362>

Karaduman, A., Yıldırım Aksu, S., & Tunca Yılmaz, Ö. (2014). *İnme sonrası fizyoterapi ve rehabilitasyon* (2. baskı, ss. 155–170). Pelikan Kitabevi.

Karaduman, A. A., Yılmaz, Ö. T., & Akel, B. S. (Eds.). (2016). *Fizyoterapi ve rehabilitasyon*. Hipokrat Yayınevi.

Kober, S. E., Wood, G. M. de O., Schweiger, D., & Kreuzig, W. (2013). Virtual reality in neurologic rehabilitation of spatial disorientation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 10(1), 17.

Kroon, J. R. d., Lee, J. H., IJzerman, M. J., & Lankhorst, G. J. (2002). Therapeutic electrical stimulation to improve motor control and functional abilities of the upper extremity after stroke: A systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 16(4), 350–360. <https://doi.org/10.1191/0269215502cr504oa>

Kwakkel, G., Kollen, B., & Twisk, J. (2006). Impact of time on improvement of outcome after stroke. *Stroke*, 37(9), 2199–2203. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000238594.91938.1e>

Lang, C. E., & Beebe, J. A. (2007). Relating movement control at 9 upper extremity segments to loss of hand function in people with chronic hemiparesis. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 21, 279–291. <https://doi.org/10.1177/1545968306296964>

Lang, C. E., Bland, M. D., Bailey, R. R., Schaefer, S. Y., & Birkenmeier, R. L. (2013). Assessment of upper extremity impairment, function, and activity after stroke: Foundations for clinical decision making. *Journal of Hand Therapy*, 26(2), 104–114. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2012.06.005>

MacIntyre, T. E., Madan, C. R., Moran, A. P., Collet, C., & Guillot, A. (2018). Motor imagery, performance and motor rehabilitation. In *Progress in Brain Research* (1st ed., pp. 141–159). Elsevier.

Major, M. E., Kwakman, R., Kho, M. E., Connolly, B., McWilliams, D., Denehy, L., ... van der Schaaf, M. (2016). Surviving critical illness: What is next? An expert consensus statement on physical rehabilitation after hospital discharge. *Critical Care*, 20, 354.

Mancuso, M., Di Tondo, S., Costantini, E., Damora, A., Sale, P., & Abbruzzese, L. (2021). Action observation therapy for upper limb recovery in patients with stroke: A randomized controlled pilot study. *Brain Sciences*, 11(10), 290. <https://doi.org/10.3390/brainsci11030290>

Mark, V. W., & Taub, E. (2004). Constraint-induced movement therapy for chronic stroke hemiparesis and other disabilities. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 22, 317–336.

Mark, V. W., Taub, E., & Morris, D. M. (2006). Neuroplasticity and constraint-induced movement therapy. *Europa Medicophysica*, 42(3), 269–284.

Merians, A. S., Fluet, G. G., Qiu, Q., Saleh, S., Lafond, I., Davidow, A., et al. (2011). Robotically facilitated virtual rehabilitation of arm transport integrated with finger movement in persons with hemiparesis. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 8, 27.

Miclaus, R. S., Roman, N., Henter, R., & Caloian, S. (2021). Lower extremity rehabilitation in patients with post-stroke sequelae

through virtual reality associated with mirror therapy. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(5), 2654.

Mokienko, O., Chernikova, L., Frolov, A., & Bobrov, P. (2014). Motor imagery and its practical application. *Neuroscience and Behavioral Physiology*, 44(5), 483–489.

Morris, D. M., & Taub, E. (2001). Constraint-induced therapy approach to restoring function after neurological injury. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 8(3), 16–30. <https://doi.org/10.1310/BLJX-M89N-PTPY-JDKW>

Morris, D. M., Taub, E., & Mark, V. W. (2006). Constraint-induced movement therapy: Characterizing the intervention protocol. *Europa Medicophysica*, 42(3), 257–268.

Nijland, R. H., van Wegen, E. E., Harmeling-van der Wel, B. C., & Kwakkel, G. (2010). Presence of finger extension and shoulder abduction within 72 hours after stroke predicts functional recovery: Early prediction of functional outcome after stroke: The EPOS cohort study. *Stroke*, 41(4), 745–750. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.109.572065>

Özer, İ. Ş., Sorgun, M. H., Rzayev, S., Kuzu, M., Tezcan, S., Yılmaz, V., & Işı kay, C. T. (2015). Genç iskemik inme hastalarında inme etiyo lojisi, risk faktörleri ve hastaların izlemdeki fonksiyonel durumları. *Turkish Journal of Neurology*, 21, 159–164.

Paolucci, S., Antonucci, G., Troisi, E., Bragioni, M., Coiro, P., De Angelis, D., et al. (2003). Aging and stroke rehabilitation. *Cerebrovascular Diseases*. <https://doi.org/10.1159/000067137>

Pérez-Cruzado, D., Merchán-Baeza, J. A., González-Sánchez, M., & Cuesta-Vargas, A. I. (2017). Systematic review of mirror therapy compared with conventional rehabilitation in upper extremity function in stroke survivors. *Australian Occupational Therapy Journal*, 64(2), 91–112.

Platz, T., & Lotze, M. (2018). Arm ability training (AAT) promotes dexterity recovery after a stroke—A review of its design,

clinical effectiveness, and the neurobiology of the actions. *Frontiers in Neurology*, 9, 1082. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.01082>

Rand, D., & Eng, J. J. (2011). Disparity between functional recovery and daily use of the upper and lower extremities during subacute stroke rehabilitation. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 26(1), 76–84. <https://doi.org/10.1177/1545968311408918>

Ryan, D., Fullen, B., Rio, E., Segurado, R., Stokes, D., & O'Sullivan, C. (2021). Effect of action observation therapy in the rehabilitation of neurologic and musculoskeletal conditions: A systematic review. *Archives of Rehabilitation Research and Clinical Translation*, 3(1), 100106. <https://doi.org/10.1016/j.arrct.2021.100106>

Sarasso, E., Gemma, M., Agosta, F., Filippi, M., & Gatti, R. (2015). Action observation training to improve motor function recovery: A systematic review. *Archives of Physiotherapy*, 5(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s40945-015-0011-7>

Seebacher, B., Reindl, M., & Kahraman, T. (2023). Factors and strategies affecting motor imagery ability in people with multiple sclerosis: A systematic review. *Physiotherapy*, 118, 64–78.

Sezer, N. (2016). İnme sonrası üst ekstremitede motor ve duysal bozuklukların rehabilitasyonu. *Türkiye Klinikleri Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon - Özel Konular*, 9(1), 63–69.

Stinear, C. M., Barber, P. A., Smale, P. R., Coxon, J. P., Fleming, M. K., & Byblow, W. D. (2007). Functional potential in chronic stroke patients depends on corticospinal tract integrity. *Brain*, 130(1), 170–180.

Suethanapornkul, S., Kuptniratsaikul, P. S. A., Kuptniratsaikul, V., Uthensut, P., Dajpratha, P., & Wongwisethkarn, J. (2008). Post-stroke shoulder subluxation and shoulder pain: A cohort multicenter study. *Journal of the Medical Association of Thailand*, 91(12), 1885.

Takao Kaneko, M., Maeda, M., Yokoyama, H., Kai, S., Obuchi, K., Takase, S., et al. (2024). Therapeutic effect of adjuvant

therapy added to constraint-induced movement therapy in patients with subacute to chronic stroke: A systematic review and meta-analysis. *Disability and Rehabilitation*, 46(18), 4098–4112. <https://doi.org/10.1080/09638288.2023.2269843>

Taub, E., Uswatte, G., Mark, V. W., & Morris, D. M. (2006). The learned nonuse phenomenon: Implications for rehabilitation. *Europa Medicophysica*, 42(3), 241–256.

Thieme, H., Morkisch, N., Mehrholz, J., Pohl, M., Behrens, J., & Borgetto, B. (2018). Mirror therapy for improving motor function after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 7(7).

Toh, S. F. M., & Fong, K. N. (2012). Systematic review on the effectiveness of mirror therapy in training upper limb hemiparesis after stroke. *Hong Kong Journal of Occupational Therapy*, 22(2), 84–95.

Tumminelli, P., Bergman, A., Rubin, M., Sampathkumar, H., & Islam, M. (2017). Prevention of hemiplegic shoulder pain in post-stroke patients presenting with shoulder subluxation. *Quill & Scope*, 9(1), 12.

Uswatte, G., & Taub, E. (2013). Constraint-induced movement therapy: A method for harnessing neuroplasticity to treat motor disorders. *Progress in Brain Research*, 207, 379–401. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63327-9.00015-1>

Weber, L. M., & Stein, J. (2018). The use of robots in stroke rehabilitation: A narrative review. *NeuroRehabilitation*, 43(1), 99–110.

Weiss, P. L., Kizony, R., Feintuch, U., & Katz, N. (2006). Virtual reality in neurorehabilitation. *Textbook of Neural Repair and Rehabilitation*, 51(8), 182–197.

Weiss, P. L., Rand, D., Katz, N., & Kizony, R. (2004). Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 1(1), 12.

Wolf, S. L., Winstein, C. J., Miller, J. P., Taub, E., Uswatte, G., Morris, D., et al. (2006). Effect of constraint-induced movement therapy on upper extremity function 3 to 9 months after stroke: The EXCITE randomized clinical trial. *JAMA*, 296(17), 2095–2104. <https://doi.org/10.1001/jama.296.17.2095>

Yeldan, İ. (2015). Ayna tedavisi. *Türkiye Klinikleri Fizyoterapi ve Rehabilitasyon – Yenilikler ve Güncel Yaklaşımlar Özel Sayısı*, 1(1), 35–42.

Yoxon, E., & Welsh, T. N. (2019). Rapid motor cortical plasticity can be induced by motor imagery training. *Neuropsychologia*, 134, 107206.

Zhang, B., Kan, L., Dong, A., Zhang, J., Bai, Z., Xie, Y., et al. (2019). The effects of action observation training on improving upper limb motor functions in people with stroke: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 14(8), e0221166. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221166>

BÖLÜM 7

SKOLYOZ VE TEDAVİ SEÇENEKLERİ

1. ABDULLAH SARI¹

2. BARIŞ TÜRKER²

Giriş

Skolyoz omurganın 3 boyutlu deformitesi olarak tanımlanmaktadır. Nedeni belli olan ve olmayan başta olmak üzere birçok farklı sınıflamaya sahip olan skolyoz çocukluk yaşlarından itibaren ortaya çıkan bir omurga problemidir. Nedeni tam olarak belli olmayan idiopatik skolyoz ise skolyoz hastalarının büyük çoğunluğunu oluşturmaktadır. Skolyozlu bireyler gerek klinik gerekse radyolojik görüntüleme yöntemlerinin değerlendirmesi sonucu tanı almaktadır. Tanı ile beraber tedavisinde cerrahi, korse kullanımı ve farklı egzersiz komponentlerini içeren multidisipliner bir tedaviye sahiptir.

Skolyoz Tanımı

Skolyoz, omurganın sagittal, frontal ve horizontal düzlemde meydana gelen değişimleri sonucunda meydana gelen 3 boyutlu bir

¹ Öğr. Gör., Trabzon Üniversitesi, Tonya Meslek Yüksekokulu, Fizyoterapi Bölümü, Orcid: 0000-0002-0416-7321

² ²Dr. Öğr. Üye., Trabzon Üniversitesi, Tonya Meslek Yüksekokulu, Fizyoterapi Bölümü,, Orcid: 0000-0001-7045-7573

deformitedir. Klinik olarak omurgada sıklıkla lateral fleksiyon ve rotasyon hareketi ile karakterize bir deformitedir. Radyolojik olarak bakıldığında ayakta postero-anterior görüntülemelerde koronal planda minimum 10 derecelik lateral eğrilik skolyoz olarak tanımlanmaktadır (1).

Skolyozun Sınıflaması

Skolyozun birçok farklı sınıflaması vardır. Bu sınıflamalara kısaca bakacak olursak; tuttuğu dokuya göre, eğri tipine göre, eğrinin şiddetine göre, skolyoz açısına göre, apeks vertebraya göre skolyoz olarak sıralayabiliriz (Tablo 1).(2)

Tablo 1 Skolyoz sınıflamaları

Tuttuğu dokuya göre	• Osteopatik skolyoz • Myopatik skolyoz Nöropatik skolyoz
Eğri tipine göre	• C skolyoz S skolyozu
Eğrinin şiddetine göre	• İnklinatuar skolyoz Kollabe skolyoz
Skolyoz açısının derecesine göre	• Grup 1: 0° – 20 ° • Grup 2: 21 °-30 ° • Grup 3: 31 °- 50 ° • Grup 4: 51 – 75 ° • Grup 5: 76 °-100 ° • Grup 6: 101 °- 125 ° Grup 7: 126 ° ve üzeri

Skolyozun etyolojisine göre sınıflaması yapısal skolyoz ve yapısal olmayan skolyoz olarak ikiye ayrılmaktadır (Tablo2) (3)

Tablo 2 Skolyozun etyolojisine göre sınıflaması

Yapısal Skolyoz	1.İdiyopatik skolyoz 2.Nöromüsküler skolyoz 3. Konjenital skolyoz 4. Nörofibromatozis 5. Mezenşimal hastalıklar 6. Romatoid hastalıklar 7. Travmatik 8.Ekstra Spinal Kontraktürler 9. Osteokondrodistrofi 10.Kemik Enfeksiyonu (Akut veya Kronik) 11.Metabolik Hastalıklar 12.Lumbosakral eklemlle ilgili 13.Tümörler
Yapısal Olmayan Skolyoz	1-Postüral skolyoz 2-Histerik skolyoz 3-Sinir kökleri irritasyonu 4-İnflamatuvar 5.Alt ekstremitte eşitsizliğine bağlı 6.Kalça eklemi kontraktürlerine bağlı

İdiyopatik Skolyoz

Altta yatan belirli herhangi bir neden olmadan meydana gelen skolyozları tanımlamada kullanılan bu terim ilk kez Kleinberg tarafından tanımlanmıştır. Literatürde idiyopatik skolyozun

sebeplerine bakıldığında ise; büyüme hormonu, melatonin, kemikler, kaslar, bağ dokularda bulunan elastik ve kollejen lifler biyolojik anomalilerin varlığı vurgulanmıştır. Bunula beraber merkezi sinir sistemi, hemostaz anomalileri, propriyosepsiyon değişiklikleri gibi birçok faktörün İdiyopatik Skolyoz gelişiminde olumsuz rol alabileceğine değinilmiştir (4, 5).

Skolyoz araştırma derneğinin yayınladığı bir çalışmaya göre ise toplumun %2-3'ünde skolyoz olduğunu bildirmekte ve bunların ise %80'i idiopatik skolyoz olduğunu söylemektedir (4).

Skolyoz ve Değerlendirme

Skolyozun değerlendirilmesinde, hikâye, kas kısalık testleri, kas esneklik testleri, bacak boyu uzunluk ölçümü ve skolyoza özgü testler yer alması gerekmektedir (1).

Hasta Hikayesi

Klinik değerlendirmenin birinci adımı hasta bilgilerini ve hasta hikayesini detaylıca sorgulamaktır. Hastanın yaşı, kilosu, ağrı varlığı, aile geçmişi gibi kişiye özel durumlar sorgulanmalıdır (6).

Hastaların postürü değerlendirmelidir. İlk görülen postür farklılıkları ise omuz yükseklik farkları, bel çizgi hizalarında farklılık, göğüs kafesi anomalileri ve düz sırt gibi omurga deformiteleridir. Bununla beraber kişilerde estetik kaygılar ve buna bağlı psikolojik problemler değerlendirilmelidir (7).

Gövde Rotasyon Açısı

Skolyozlu bireylerde horizontal düzlemdeki rotasyonu ölçmek için gövde rotasyon açısını belirlemek önemlidir. Bu açının belirlenmesinde için “adams öne eğilme testi” kullanılmaktadır. Bu testin uygulanışında hastalar ayakları yaklaşık 15 cm açık olacak şekilde ayakta durur, dizleri ekstansiyon pozisyonun korurken kollar serbest bir şekilde öne doğru eğilir. Bu pozisyonda değerlendirici

kişinin arkasında bulunur. Kişi öne eğilmesi ile genellikle kostalar hizasında ‘gibozite’ denen omurganın rotasyonu neticesinde kostaların posteriora doğru beliren çıkıntısı gözüktür. Bu çıkıntının veya rotasyonun miktarını tespit edebilmek için skolyometre kullanılır. Skolyometre temelde su terazisi mantığında çalışan bir değerlendirme aracıdır. Kişinin öne eğilmesi ile omurganın sağ-sol arasındaki yükselti farkını açı cinsinden bize sayısal olarak verir. Böylece skolyozlu omurganın horizontal düzlemde meydana getirdiği rotasyon açısı tespit edilmiş olur (8).

Radyolojik Değerlendirme ve Cobb Açısı

Koranal düzlemde omurganın lateral fleksiyon miktarını ölçmek için radyolojik görüntülemeye ihtiyaç vardır. Omurganın anterior-posterior ölçümü nihayetinde Cobb açısı kullanılarak lateral eğrilik hakkında belirleme yapılır. Cobb açısı skolyozlu bireylerde altın standart olarak bilinmektedir. Bu ölçümde öncelikli olarak eğriliğe katılan ilk ve son vertebra belirlenir. Bu vertebraların gövdelerine paralel olacak şekilde doğru çizilir. Bu doğruların kesiştikleri noktadaki açı Cobb açısı olarak ölçülür(9).

Skolyozda Tedavi

Skolyozun tedavisinde konservatif ve cerrahi tedaviler olmak üzere iki başlıkta incelenmektedir. Konservatif tedaviler primer öncelik olmasına rağmen kişiyi yaşı, eğri açısı, önceki tedaviler, skolyozun tipi gibi birçok neden tedavinin şeklini belirlemektedir.

Skolyozda Cerrahi Tedaviler

Cerrahi kararı vermeden önce iyi bir değerlendirme yapmak önemlidir. Skolyoz cerrahisinin amaçları ise; eğriliğin ilerlemesini durdurmak, deformitenin üç boyutta da azami seviyede düzeltilmesini sağlamak, gövdeyi düzelterek görünümü iyileştirmek, komplikasyonları minimumda tutmak olarak belirlenmiştir(10).

Skolyozun üzerine yapılan çalışmalarda 50°'nin üzerindeki eğriliklerin yetişkin hayatta da ilerleme potansiyeli taşımaktadır. Bu nedenle belirgin deformite varlığı ile 50°'nin üzerindeki eğriliklerde cerrahi önerilmektedir. İmmatur hastalardaki 50°'nin altındaki eğrilikler, çift eğrilikler, önemli torakolomber/lomber eğrilikler, ileri derece gövde dengesizlikleri ve korseyle kontrol altında tutulamayan eğrilikler de cerrahi sebebidir. Tepe büyüme hızının tepe noktaya ulaşmadan önceki 30°'den fazla eğrilik olması ise ilerleyen yaşlarda olası cerrahi gerekebileceği anlamına gelmektedir (10).

Bununla birlikte cerrahi tedavinin birçok komplikasyonu bildirilmiştir. Bu komplikasyonlar ameliyat esnasında, ameliyat sonrası erken dönem komplikasyonları ve ameliyat sonrası geç dönem komplikasyonları sonrasında olmak üzere üç başlıkta toplanmaktadır (11).

Ameliyat esnasında meydana gelme ihtimali olan komplikasyonlar; görme kaybı, kanama, implant ilişkili komplikasyonlar ve uygun olmayan vida pozisyonu, dura yırtılması, akciğer yaralanmaları, nörolojik yaralanmaları olarak sıralanabilir (11).

Ameliyat sonrası erken dönem komplikasyonlarında meydana gelme ihtimali olan komplikasyonlar ise; gecikmiş nörolojik kusur, solunum sistemi komplikasyonları, gastrointestinal sistem komplikasyonları, transfüzyon ilişkili komplikasyonlar, venöz tromboembolizm, cerrahi alan enfeksiyonu ve yara yeri komplikasyonları olarak sıralanmaktadır (12).

Ameliyat sonrası geç dönem komplikasyonlarında meydana gelme ihtimali olan komplikasyonlar ise; gecikmiş enfeksiyon, eğriliğin ilerlemesi (adding-on fenomeni), omuz dengesizliği ve kaburga hörgücü (kamburluğu), proksimal bileşke kifoza ve yetmezliği, psödoartroz (kaynamama), crankshaft fenomeni olarak sıralanmaktadır (12).

Skolyozda Korse Uygulamaları

Skolyozlu bireylerde korse uygulamaları yaygın bir şekilde tercih edilmektedir. Korse tedavisi omurgaya eksternal olarak düzeltici kuvvetler uygulayarak düzeltmek amaçlanmaktadır. Korse sayesinde meydana gelen asimetrik mekanik kuvvet ve propriseptif uyarılar sayesinde asimetrik pozisyonların düzeltilmesi, düzgün nöromüsküler kontrolün sağlanması amaçlanmaktadır. Cobb açısı 25-45 derece arası olan bireylerde ve ilerleme riski yüksek olan 25 derece ve altı olan hastalarda korse tercih edilmektedir. Korse tedavisinin tercihinde bireyin yaşı ve Risser bulgusu önemli bir etkiye sahiptir (13, 14).

Anatomik yerleşimine göre, giyilme süresine veya kullanılan materyale göre farklı korse türleri bulunmaktadır. Eğriliğin apeksi trokal 7. vertebra ve üzerinde ise mandibuladan destek alan CTLSO tarzı korseler (Milwaukee breysi) önerilmekte iken apeksin trokal 7. vertebra seviyesinin altında olduğu eğriliklerde ise kullanım kolaylığı açısından TLSO tarzı breysler (Boston, Wilmington, Cheneau) sıklıkla kullanılmaktadır (13).

Giyilme süresine göre ise günlük 18 saat ve üzeri olan tam zamanlı korseler veya 16 saatten az giyilen yarı zamanlı korseler mevcuttur. Giderek yaygınlaşan ise sadece gece uyurken kullanılan (Charleston, Providence) korseler de mevcuttur. Kullanılan materyale göre ise korseler sert ve yumuşak olarak da ikiye ayrılmaktadır. Aktif hareketlere izin veren korseler yumuşak malzemeden (SpineCor), tam zamanlı giyilen korseler ise genellikle sert malzemeden üretilmektedir (13, 15).

Korse kullanımının amaçlarına bakıldığında ise; eğriliğin ilerlemesini durdurmak, kozmetik görünümü iyileştirmek, vücut dengesini geliştirmek olarak sıralamaktadır. Bu nedenle kullanılacak korseler; hafif, kıyafet ile giyilebilen, rahat giyilip çıkabilen, inspirasyon-ekspirasyon hareketlerini kısıtlamayan şekilde kişiyi

özel olmalıdır. Bununla beraber ekonomik maliyet korse seçiminde önemli bir durumdur (15, 16).

Korse kullanımı skolyozda yaygın olsa da komplikasyonları bulunmaktadır. Bu komplikasyonlara kısaca bakacak olursak; bası yarası, kalıcı cilt rengi değişiklikleri, kutanöz sinir basısı, reflü özofajit, total akciğer kapasitesinde azalma, toraks deformitesi ve psikolojik sorunlar olarak sıralanmaktadır (15, 16).

Skolyozda Egzersiz Uygulamaları

Klapp Egzersizleri

Klapp egzersizleri Raudolf Klapp tarafından geliştirilen emekleme egzersizleri olarak bilinen özelleşmiş skolyoz egzersizleridir. Prof. Klapp dört ayaklı hayvanlarda gözlemlediği omurgada ilkel pozisyonların omurga eğriliğini düzeltebileceği hipotezine dayanmaktadır. Bu egzersizler esnasında hastalar eğriliğin derecesine göre farklı emekleme pozisyonuna gelmemekte ve eğriliğin apeksine göre ekstremit hareketlerini ekleyerek uzanmalar yapmakta ve eğriliği azaltmayı amaçlamaktadır(17, 18).

Skolyoza Bilimsel Egzersiz Yaklaşımı (SEAS)

SEAS, skolyozun konservatif tedavisinde lateral ve rotasyonel tüm eğriliklere uyarlanmış, kişiye özgü egzersiz programıdır: büyüme sırasında düşük-orta dereceli eğrilerde korseleme riskini azaltmak için tek başına; büyüme sırasında orta-yüksek dereceli eğrilere korselemeye tamamlayıcı olarak, düzeltmeyi artırmak, tedaviyi bırakmaya hazırlamak ve yan etkileri önlemek veya azaltmak amacıyla; ilerleyen veya kaynaştırılmış yetişkinlerde eğrinin stabilize edilmesine ve sakatlığın azaltılmasına yardımcı olmak için kullanılmaktadır(19).

SEAS'ta temel ama. Kişinin skolyozda meydana gelen omurga pozisyonlarını kendi kendine düzeltme çabası yani self-korreksiyondur. Bu korreksiyonlar çeşitli ekstremit hareketleri ile

desteklenmektedir. Bu esnada korreksiyonlar dışarıdan herhangi bir yardım alınmadan gerçekleştirilmektedir. Kişinin kendi kendi düzeltilmesi aynı zamanda omurga stabilitesini de iyileştirmektedir. Bu düzeltme günlük yaşamı da olumlu yönde etkileyerek kendi kendini düzelten bir duruşu teşvik etmektedir(19, 20).

Schroth Metodu

Katharina schroth tarafından 1921’de geliştirilen bu yöntem fizyoterapistler tarafından sıklıkla kullanılmaktadır. Hasta ayna karşısında ve nefes alma paterni tedavi edici olarak kullanıp omurgadaki skolyotik duruşunu düzeltmesi amaçlanmaktadır. Schroth metodunda solunum teknikleri en önemli parametredir. Bu solunum teknikleri esnasında gövdeyi uzatıp esnetmeyi, omurgadaki dengesizlikleri gidermeyi amaçlanmaktadır. Schroth metodunda skolyozun 3 boyutlu deformitesinin değişimi için patern geliştirmeye çalışılmaktadır. Hastanın eğriliklerine özgü ve bu eğrilikleri azaltıcı yönde nefes, germe ve kuvvetlendirme egzersizlerinin kombinasyonu şeklinde ilerlemektedir. Egzersiz sayesinde omurga eğriliklerini düzeltip stabilize etmeyi, vücuttaki sert kısımları mobilize etmeyi, kas gücü ve dayanıklılığı artırmayı hedeflenmektedir. Bunları gerçekleştirebilmek, vücut farkındalığını sağlamak, zihinsel imgelemeyi geliştirmek için dış uyaranlar ve ayna kullanılır. Tedavi esnasında hastalar kendi beden farkındalığı kazanır ve düzgün postür günlük yaşamda da etkin bir şekilde sürdürülmeye çalışılır. (21, 22)

Dobosiewicz Metodu

Dobosiewicz metodu (DoboMed), 1979 yılında geliştirilmiştir. Dobosiewicz metodu “Üç boyutlu düzeltme” tekniği olarak da bilinmektedir. Bu teknik, egzersizlerin doğru şekilde uygulanmasını teşvik etmek için ayna, fotoğraf ve video gibi eğitici unsurların tedavide aktif rol almasını savunmaktadır. Başta pelvis ve omuz kuşağının simetrik yerleşimi, torakal kifozun ve lomber lordoz

düzeltilmesi amacıyla primer eğrilik odaklı mobilizasyonlar ve postüral duruşlar kazandırmayı amaçlamaktadır(23) .

Skolyoza Fonksiyonel Bireysel Terapi Yaklaşımı (FITS Metodu)

FITS metodu, Bialek ve M'hango tarafından 2004 yılında geliştirilen bu teknikte tüm skolyoz olgularının tanı ve tedavisinde kullanılmaktadır. Başlıca prensiplerine bakacak olursak myofasyal yapıları mobilize ederek postürel deformitenin düzeltilmesini amaçlamaktadır (23).

Side-Shift Metodu

Side-Shift metodu Mehta tarafından 1985'te ortaya çıkarılmıştır. Yana kaydırma egzersizleri olarak kısaca belirtilen Side-Shift metodu, eğriliğin konkvitesine göre gövdenin laterale kaydırılması yoluyla spinal eğriliğin aktif olarak düzeltilmesini amaçlamaktadır. Skolyozda meydana gelen lateral fleksiyonun kademeli olarak vücudun orta hatta yaklaştırılarak düzeltilmesi planlanmaktadır. Nefes teknikleri kullanılan bu yöntemde hastalar tedaviye aktif olarak katılmaktadır (24).

Kaynakça

1. Oğuz E, Ekinci Ş, Erşen ÖJTd. Ergen idiopatik skolyozda radyolojik değerlendirme ve sınıflama sistemlerinin incelenmesi. 2013;12(1):73-82.
2. Parizel PM, Van Goethem JW, Van den Hauwe L, Voormolen M. Degenerative disc disease. Spinal Imaging: Diagnostic Imaging of the Spine and Spinal Cord: Springer; 2007. p. 127-56.
3. Goldstein L, Waugh TJCO, Research R. Classification and terminology of scoliosis. 1973;93:10-22.
4. Negrini S, Donzelli S, Aulisa AG, Czaprowski D, Schreiber S, de Mauroy JC, et al. 2016 SOSORT guidelines:

orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. 2018;13(1):3.

5. Kuru T, Yeldan İ, Dereli EE, Özdiñçler AR, Dikici F, Çolak İJCr. The efficacy of three-dimensional Schroth exercises in adolescent idiopathic scoliosis: a randomised controlled clinical trial. 2016;30(2):181-90.

6. He C, Wong M-SJS. Spinal flexibility assessment on the patients with adolescent idiopathic scoliosis: a literature review. 2018;43(4):E250-E8.

7. Schwab F, Dubey A, Pagala M, Gamez L, Farcy JPJS. Adult scoliosis: a health assessment analysis by SF-36. 2003;28(6):602-6.

8. Samuelsson L, Noren LJAOS. Trunk rotation in scoliosis the influence of curve type and direction in 150 children. 1997;68(3):273-6.

9. Çelik AA, Coşkun S, Kılınc O, Yıldırım AJAÜSBD. Bel ağrısı nedeniyle polikliniğimize başvuran hastalarda skolyoz sıklığı ve Cobb açısı değerlerinin yaş ve cinsiyet ile ilişkisi. 2017;3(3):551-64.

10. Kültür Y. Adolesan idiyopatik skolyozda cerrahi öncesi değerlendirme ve cerrahi endikasyonlar.

11. Altun İJJoAMR. Skolyoz Cerrahisi Esnasında ve Sonrasında Karşılaşılan Komplikasyonlar. 2023;8(1):48-53.

12. Erdoğan S, Büyükdoğan H. Adolesan idiyopatik skolyoz cerrahisinde komplikasyonların önlenmesi ve yönetimi.

13. McAviney J, Mee J, Fazalbhoy A, Du Plessis J, Brown BTJBmd. A systematic literature review of spinal brace/orthosis treatment for adults with scoliosis between 1967 and 2018: clinical outcomes and harms data. 2020;21(1):87.

14. Nicholson G, Ferguson-Pell M, Smith K, Edgar M, Morley TJS. The objective measurement of spinal orthosis use for the treatment of adolescent idiopathic scoliosis. 2003;28(19):2243-50.

15. Wong MS, Mak A, Luk K, Evans J, Brown BJP, international o. Effectiveness and biomechanics of spinal orthoses in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis (AIS). 2000;24(2):148-62.

16. Karimi MT, Rabczuk TJJoCJ, Spine. Scoliosis conservative treatment: A review of literature. 2018;9(1):3-8.

17. Dantas DDS, De Assis SJC, Baroni MP, Lopes JM, Cacho EWA, Cacho RDO, et al. Klapp method effect on idiopathic scoliosis in adolescents: blind randomized controlled clinical trial. 2017;29(1):1-7.

18. Iunes DH, Cecílio MB, Dozza MA, Almeida PRJBJoPT. Quantitative photogrammetric analysis of the Klapp method for treating idiopathic scoliosis. 2010;14:133-40.

19. Romano M, Negrini A, Parzini S, Tavernaro M, Zaina F, Donzelli S, et al. SEAS (Scientific Exercises Approach to Scoliosis): a modern and effective evidence based approach to physiotherapeutic specific scoliosis exercises. 2015;10(1):3.

20. Day JM, Fletcher J, Coghlan M, Ravine TJAop. Review of scoliosis-specific exercise methods used to correct adolescent idiopathic scoliosis. 2019;9(1):8.

21. Korkmaz MD, Akpınar FMJTOvTBDD. Adolesan idiyopatik skolyozda egzersiz tedavileri. 2022;21(6):603-7.

22. Van Rooyen C, Du Plessis LZ, Geldenhuys L, Myburgh E, Coetzee W, Vermeulen N, et al. The effectiveness of Schroth exercises in adolescents with idiopathic scoliosis: A systematic review and meta-analysis. 2019;75(1):1-9.

23. Dobosiewicz K, Durmala J, Kotwicki TJSiht, informatics. Dobosiewicz method physiotherapy for idiopathic scoliosis. 2008;135:228.

24. Mamyama T, Kitagawal T, Takeshita K, Nakainura K. Side shift exercise for idiopathic scoliosis after skeletal maturity. Research into Spinal Deformities 4: IOS Press; 2002. p. 361-4.

BÖLÜM 8

Fizyoterapi ve Rehabilitasyonda Büyük Dil Modelleri: Temeller, Doğruluk ve Güvenli Entegrasyon

Ömer Alperen GÜRSES¹

1. Giriş

Fizyoterapi ve rehabilitasyon (FTR), bireyin fonksiyonel kapasitesini, aktivite düzeyini ve toplumsal katılımını artırmayı hedefleyen; klinik değerlendirme, klinik akıl yürütme, hasta eğitimi ve davranış değişikliği danışmanlığını aynı anda gerektiren karmaşık

¹Öğretim Görevlisi Ömer Alperen GÜRSES, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, Orcid: 0000-0001-6564-7428, omer.gurses@ahievran.edu.tr

bir sağlık disiplinidir. Bu karmaşık yapı içerisinde fizyoterapistler, her hasta için çok sayıda değişkeni (semptomlar, fonksiyonel kısıtlılıklar, çevresel faktörler, psikososyal bileşenler ve klinik rehberler) eş zamanlı olarak değerlendirir. Son yıllarda üretken yapay zekâ ve özellikle büyük dil modellerinin (large language models; LLM) sağlık alanında yaygınlaşması, FTR pratiğinde bu teknolojilerin potansiyel rolünü ve sınırlarını yeniden tartışmaya açmıştır. Klinik notların özetlenmesi, hasta bilgilendirme metinlerinin hazırlanması, egzersiz programlarının açıklanması ve eğitim içeriklerinin üretilmesi gibi metin yoğun süreçler, BDM’lerin fizyoterapi pratiğinde cazip araçlar olarak görülmesine neden olmaktadır. Ancak bu cazibe, doğruluk, güvenilirlik ve etik sorumluluk gibi temel ilkeler göz ardı edildiğinde hasta güvenliği açısından ciddi riskler doğurabilir(Bonnechère, 2024; Naqvi, Shaikh, & Mishra, 2024).

Rehabilitasyon süreci literatürde sıklıkla “black box” olarak tanımlanmakta; yani çok sayıda bileşenin bir araya geldiği, bireye özgü ve tam olarak standartlaştırılması g bir müdahale alanı olarak görülmektedir. Bu durum, klinik kararların genellenebilirliğini ve araştırma sonuçlarının doğrudan kliniğe aktarılmasını zorlaştırmaktadır. BDM’ler, büyük miktarda metinsel bilgiyi kısa sürede işleyebilme ve yapılandırabilme yetenekleri sayesinde, bu karmaşık alan içerisinde iletişim ve karar desteğini kolaylaştıracı araçlar olarak sunulmaktadır. Bununla birlikte,

BDM’lerin dil üretim mekanizmasının doğası gereği “ıkna edici ama hatalı” yanıtlar üretebilmesi, FTR gibi hasta güvenliğinin merkezde olduğu bir disiplinde bu teknolojilerin dikkatli ve sınırları net çizilmiş bir çerçevede ele alınmasını zorunlu kılmaktadır(Bonnechère, 2024; Naqvi et al., 2024).

Büyük Dil Modelleri ve Üretken Yapay Zeka: Temel Kavramlar

Büyük dil modelleri, çok büyük metin veri kümeleri üzerinde eğitilen ve verilen bir girdiye karşı olasılıksal olarak en uygun metinsel yanıtı üreten üretken yapay zekâ sistemleridir. Bu modeller, dildeki örüntüleri öğrenerek “bir sonraki kelimenin” olasılığını tahmin eder ve bu süreci ardışık olarak sürdürür. Ortaya çıkan metin çoğu zaman akıcı, tutarlı ve insan benzeri bir anlatı sunar; ancak bu akıcılık, üretilen içeriğin klinik olarak doğru olduğu anlamına gelmez. BDM’ler gerçekte bilgiyi “doğrulamaz”, yalnızca eğitildikleri veri setlerindeki örüntülere dayanarak dil üretir. Bu özellik, sağlık alanında kullanımda belirgin sınırlılıklar doğurur(Bitterman, D'Angelo, Holachek, & Eubanks, 2025; Urbina, Vu, & Nguyen, 2025).

FTR bağlamında BDM’ler; hasta bilgilendirme metinlerinin sadeleştirilmesi, egzersiz programlarının adım adım açıklanması, klinik notlardan yapılandırılmış özet çıkarımı ve eğitim amaçlı vaka senaryolarının oluşturulması gibi alanlarda destekleyici araçlar

olarak değerlendirilmektedir. Bu görevlerin ortak özelliği, metin üretimi ve düzenlemesine dayanmasıdır. Ancak BDM'lerin klinik akıl yürütme, ayırıcı tanı veya risk değerlendirmesi gibi yüksek sorumluluk gerektiren süreçlerde doğrudan karar verici olarak kullanılması, mevcut kanıtlar ışığında önerilmemektedir. Bu nedenle BDM'lerin FTR'deki rolü, "karar veren" değil, "kararı destekleyen" araçlar olarak tanımlanmalıdır(Bonnechère, 2024; Naqvi et al., 2024).

Fizyoterapide Klinik Karar Desteği Potansiyeli ve Sınırlar

BDM'lerin klinik karar desteği potansiyeli, özellikle kas-iskelet sistemi rehabilitasyonu gibi yapılandırılmış bilgi alanlarında araştırılmıştır. Yapılan çalışmalar, BDM'lerin bazı klinik sorularda güncel rehberlerle uyumlu yanıtlar üretebildiğini göstermektedir. Ancak bu uyum, her zaman kapsamlı ve uygulanabilir ayrıntı düzeyinde değildir. Örneğin egzersiz dozajı, progresyon kriterleri veya kontrendikasyonlar gibi klinik açıdan kritik ayrıntılar sıklıkla eksik ya da genellenmiş biçimde sunulmaktadır. Bu durum, BDM çıktılarının doğrudan hasta yönetimine aktarılmasının riskli olabileceğini göstermektedir(Neo, Ser, & Tay, 2024; Sawamura et al., 2024).

Bir diğer önemli sorun, tutarlılık eksikliğidir. Aynı klinik sorunun farklı zamanlarda veya küçük değişikliklerle sorulması,

modelden farklı yanıtlar alınmasına yol açabilmektedir. FTR’de standardizasyon ve izlenebilirlik önemli olduğundan, bu tutarsızlık klinik uygulamada kabul edilebilir değildir. Bu nedenle BDM’lerin çıktıları, tekrarlanabilirlik ve tutarlılık açısından da değerlendirilmelidir(Bitterman et al., 2025; Safran & Yildirim, 2025).

Etik, Önyargı ve Veri Gizliliği

BDM’lerin FTR’de kullanımı, yalnızca teknik değil aynı zamanda etik soruları da beraberinde getirir. Özellikle “ability bias” olarak adlandırılan, engellilik ve fonksiyonel kapasiteye ilişkin önyargılı dil üretimi, rehabilitasyon alanı için kritik bir sorundur. Rehabilitasyonun temel amacı bireyin kapasitesini desteklemek ve güçlendirmekken, önyargılı bir dil hastaların damgalanmasına yol açabilir. Ayrıca hasta verilerinin gizliliği, model eğitiminde kullanılan verilerin şeffaflığı ve klinik sorumluluğun kimde olduğu gibi sorular, BDM entegrasyonunda açık biçimde ele alınmalıdır(Naqvi et al., 2024; Urbina et al., 2025).

Human-In-The-Loop: Güvenli Kullanım Çerçevesi

Mevcut literatür, FTR’de BDM kullanımının en güvenli yolunun “human-in-the-loop” yaklaşımı olduğunu göstermektedir. Bu yaklaşımda BDM, yalnızca taslak üretir; nihai klinik karar, içerik

doğrulama ve hasta-özel uyarlama fizyoterapist tarafından yapılır. Böylece teknolojinin verimlilik avantajları korunurken, hasta güvenliği ve mesleki sorumluluk ilkeleri ihlal edilmemiş olur(Bonnechère, 2024; Naqvi et al., 2024).

Sonuç

Büyük dil modelleri, fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında dikkatle ve sorumlu biçimde kullanıldığında önemli destekler sunabilir. Ancak doğruluk, etik ve güvenlik riskleri göz ardı edildiğinde bu teknolojiler hasta güvenliği açısından ciddi tehditler oluşturabilir. Bu nedenle BDM’lerin FTR’deki rolü, insan denetimi altında, kanıta dayalı ve etik ilkelere uygun biçimde sınırlandırılmalıdır.

Kaynaklar

Bitterman, J., D'Angelo, A., Holachek, A., & Eubanks, J. E. (2025).

Advancements in large language model accuracy for answering physical medicine and rehabilitation board review questions. *PM&R*.

Bonnechère, B. (2024). Unlocking the black box? A comprehensive exploration of large language models in rehabilitation. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 103(6), 532-537.

- Naqvi, W. M., Shaikh, S. Z., & Mishra, G. V. (2024). Large language models in physical therapy: time to adapt and adept. *Frontiers in public health*, 12, 1364660.
- Neo, J. R. E., Ser, J. S., & Tay, S. S. (2024). Use of large language model-based chatbots in managing the rehabilitation concerns and education needs of outpatient stroke survivors and caregivers. *Frontiers in Digital Health*, 6, 1395501.
- Safran, E., & Yildirim, S. (2025). A cross-sectional study on ChatGPT's alignment with clinical practice guidelines in musculoskeletal rehabilitation. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 26(1), 411.
- Sawamura, S., Bito, T., Ando, T., Masuda, K., Kameyama, S., & Ishida, H. (2024). Evaluation of the accuracy of ChatGPT's responses to and references for clinical questions in physical therapy. *Journal of Physical Therapy Science*, 36(5), 234-239.
- Urbina, J. T., Vu, P. D., & Nguyen, M. V. (2025). Disability ethics and education in the age of artificial intelligence: identifying ability Bias in ChatGPT and gemini. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 106(1), 14-19.

BÖLÜM 9 **ROMATOLOJİK REHABİLİTASYONDA** **MANUEL TERAPİ VE ORTEZ YAKLAŞIMLARI**

Kitap Bölümü

Öğr.Gör.Dr. Mehmet Hanifi Kaya,

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Türkiye

ORCID: 0000-0003-4670-4794

E-posta: hnfky6@gmail.com

Aralık 2025

Özet

Romatolojik hastalıklarda ağrı, eklem sertliği, deformite, yorgunluk ve fonksiyon kaybı; bireyin günlük yaşam aktivitelerini ve yaşam kalitesini belirgin şekilde etkiler. Rehabilitasyonun temel hedefi yalnızca semptom kontrolü değil, aynı zamanda eklem korunması, yük yönetimi, hareket kalitesinin iyileştirilmesi ve öz-yönetimin güçlendirilmesidir. Manuel terapi; uygun hasta seçimi ve doğru dozlama ile ağrı modülasyonu, hareket açıklığı ve motor kontrol üzerinden egzersize katılımı kolaylaştırabilir. Ortezler ise eklem yüklerini yeniden dağıtarak, stabilite sağlayarak ve deformite progresyonunu yavaşlatarak fonksiyonel performansı destekler. Bu bölümde osteoartrit, romatoid artrit ve spondiloartrit spektrumunda manuel terapi ve ortoz uygulamalarının endikasyonları, güvenlik çerçevesi, dozlama prensipleri ve klinik entegrasyonu; protokol örnekleri, karar akış şemaları ve hasta eğitim kutuları eşliğinde sunulmaktadır.

Anahtar kelimeler: romatolojik rehabilitasyon, manuel terapi, ortez, osteoartrit, romatoid artrit, spondiloartrit, yük yönetimi, egzersiz.

Romatolojik hastalıklar (romatoid artrit, osteoartrit, spondiloartrit spektrumu, kristal artropatileri ve bağ dokusu hastalıkları) kronik ağrı, eklem sertliği, fonksiyon kaybı, yorgunluk ve yaşam kalitesinde düşüşle seyreden; uzun dönemli izlem ve multidisipliner yaklaşım gerektiren klinik tablolardır. Küresel hastalık yükü çalışmalarında kas-iskelet sistemi bozuklukları, özellikle bel ağrısı ve osteoartrit, sakatlıkla geçirilen yılların başlıca nedenleri arasında raporlanmıştır (Hoy et al., 2014; GBD 2017 Collaborators, 2018). Düşük bel ağrısının toplum sağlığı üzerindeki etkisi ve bakım ihtiyacı da benzer şekilde vurgulanmaktadır (Hartvigsen et al., 2018). Bu tablo, rehabilitasyonun yalnızca ağrıyı azaltma değil; fonksiyonel bağımsızlığı koruma, aktivite katılımını artırma ve öz-yönetimi güçlendirme hedefini öne çıkarır.

Güncel klinik öneriler, romatolojik hastalıklarda farmakolojik tedavinin (ör. DMARD'lar) hastalık aktivitesini kontrol etmedeki rolünü kabul ederken; eğitim, egzersiz, yaşam tarzı düzenlemeleri, yardımcı cihazlar/ortezler ve uygun hastada seçilmiş manuel terapi gibi non-farmakolojik müdahalelerin fonksiyon ve yaşam kalitesi üzerinde belirleyici olduğunu göstermektedir. Örneğin EULAR, romatoid artrit yönetiminde multidisipliner yaklaşımı ve rehabilitasyon bileşenlerini vurgular (Smolen et al., 2023). Kalça ve diz osteoartritinde ise eğitim, egzersiz ve kilo yönetimi çekirdek yaklaşım olarak önerilir; gerektiğinde yardımcı cihaz ve ortoz kullanımı bu çerçeveye entegre edilir (Moseng et al., 2024). El osteoartritinde EULAR güncellemesi, non-farmakolojik müdahaleler içinde egzersiz ve ortozları temel seçenekler arasında konumlandırmaktadır (Kloppenburger et al., 2019; Kroon et al., 2018).

2. Romatolojik hastalıklarda klinik problem haritası ve rehabilitasyon hedefleri

Romatolojik rehabilitasyon planı; hastalık aktivitesi (alevlenme–remisyon), doku irritabilitesi, deformite/instabilite, komorbiditeler ve bireyin hedefleri birlikte değerlendirilerek oluşturulur.

2.1. Ağrı, duyu-motor bozulma ve psikososyal faktörler

Ağrı; inflamasyon, mekanik yüklenme, periferik nozisepsiyon ve santral modülasyonun birlikte şekillendirdiği çok boyutlu bir deneyimdir. Psikolojik faktörler (ör. kaygı, depresyon, kaçınma davranışı) ağrı şiddetini, hareket korkusunu ve rehabilitasyon uyumunu etkileyebilir (Linton & Shaw, 2011; Vlaeyen & Linton, 2000).

2.2. Sertlik, hareket kısıtlılığı ve doku adaptasyonları

Özellikle osteoartritte kapsül- bağ dokusu kısıtlılıkları ve çevre kaslarda adaptif değişiklikler hareket açıklığını azaltır; bu durum yürüme ekonomisini, merdiven çıkmayı ve oturup-kalkmayı etkiler. El osteoartritinde ağrı ve sertlik, kavrama ve ince motor becerileri belirgin biçimde kısıtlayabilir (Kloppenburger et al., 2019).

2.3. Deformite, instabilite ve güvenlik

Romatoid artrit kronik sinovit; bağ dokusunda zayıflama, deformite ve bazı bölgelerde instabilite riskini artırabilir. Bu nedenle manuel terapi şiddeti ve ortoz endikasyonları, doku bütünlüğü ve instabilite riskine göre belirlenmelidir (Smolen et al., 2023).

3. Manuel terapi: tanım, mekanizmalar ve klinik prensipler

Manuel terapi; eklem mobilizasyonları, yumuşak doku teknikleri, traksiyon, kas-enerji teknikleri ve seçilmiş nörodinamik uygulamaları kapsayan klinik bir yaklaşımdır. Romatolojik rehabilitasyonda manuel terapi çoğunlukla ‘egzersize katılımı kolaylaştıran’ bir araç olarak konumlandırılmalı; tek başına uzun dönem çözüm gibi sunulmamalıdır.

3.1. Olası etki mekanizmaları

Manuel terapinin olası mekanizmaları; (i) ağrı modülasyonu ve nörofizyolojik etkiler, (ii) eklem- yumuşak doku kısıtlılıklarında kısa dönem hareket artışı, (iii) koruyucu kas aktivitesinde azalma ve motor kontrolün iyileşmesi olarak özetlenebilir. Klinik olarak hedef, güvenli aralıkta semptomu azaltırken hareket kalitesini artırmaktır.

3.2. Dozlama prensibi: irritabiliteye göre ayarlama

Romatolojik tabloda ‘doz’ kritik belirleyicidir. Alevlenme veya yüksek irritabilite döneminde düşük şiddet (Grade I–II mobilizasyon, nazik yumuşak doku) ve kısa süre tercih edilir; irritabilite azaldıkça daha progresif uygulama ve egzersiz yüklemesi planlanır.

4. Güvenlik, endikasyonlar ve kontrendikasyonlar

Romatolojik hastalarda manuel terapi planlanırken ‘kırılgan doku’, ‘instabilite’ ve ‘osteoporoz’ gibi risk başlıkları sistematik biçimde taranmalıdır. Genel manuel terapi literatüründe ciddi advers olaylara ilişkin raporların heterojen ve sınırlı olduğu, bu nedenle klinik risk yönetiminin muhafazakâr yapılması gerektiği vurgulanmaktadır (Clar et al., 2014).

4.1. Endikasyon örnekleri

Osteoartritte eklem sertliği ve hareket kısıtlılığı, remisyonadaki RA’da yumuşak doku gerginliği ve kronik ağrıda motor kontrol bozulmaları; düşük-orta şiddette manuel terapi için olası endikasyonlardır.

4.2. Kontrendikasyon ve dikkat gerektiren durumlar

Aktif şiddetli inflamasyon/alevlenme, şüpheli servikal instabilite (özellikle RA), ileri osteoporoz, akut kırık, ciddi eklem destrüksiyonu ve belirgin nörolojik defisit varlığında agresif tekniklerden kaçınılmalıdır.

5. Osteoartritte manuel terapi ve egzersiz entegrasyonu

Osteoartritte manuel terapi çoğu zaman ‘kısa dönem semptom kontrolü’ sağlar ve hastanın egzersiz programına katılımını artırabilir. EULAR’ın kalça ve diz OA çekirdek yönetim yaklaşımı; eğitim, egzersiz ve kilo yönetimini temel alır; yardımcı cihaz/ortezler uygun hastada eklenebilir (Moseng et al., 2024). Diz OA’da manuel terapinin ağrı üzerine etkilerini inceleyen sistematik derlemeler, belirli protokollerde ağrı azalması bildirmekle birlikte, uygulamalar arasında heterojenlik olduğunu göstermektedir (Zhu et al., 2024).

6. Romatoid artritte manuel terapi: klinik ince ayar

RA’da manuel terapi, hastalık aktivitesi ve eklem bütünlüğü dikkate alınarak seçici uygulanmalıdır. Alevlenmede hedef; nazik semptom kontrolü, pozisyonlama ve ödem yönetimidir. Remisyon/düşük aktivitede kontrollü mobilizasyon ve yumuşak doku uygulamaları, eklem koruma eğitimi ve egzersizle birlikte planlanabilir (Smolen et al., 2023).

7. Ortezler: sınıflama, endikasyonlar ve mekanik temeller

Ortezler; eklem yükünü düzenleyen, hizalamayı destekleyen, stabilite sağlayan ve fonksiyonel aktiviteyi kolaylaştıran dış desteklerdir. El osteoartritte EULAR önerileri ortozları non-farmakolojik çekirdek müdahaleler içinde değerlendirir (Kloppenburger et al., 2019; Kroon et al., 2018). RA’da ise el-bilek splintleri, ağrı kontrolü ve fonksiyonel destek amacıyla klinikte sık kullanılır.

7.1. Üst ekstremité ortezleri

El-bilek istirahat splintleri (alevlenmede gece kullanımı), çalışma (working) el-bilek splintleri (gündüz fonksiyonel destek), başparmak CMC splintleri ve ulnar deviasyonu hedefleyen splintler en sık kullanılanlardır.

7.2. Alt ekstremité ortezleri ve yardımcı cihazlar

Diz OA’da unloader diz ortezleri (varus/valgus yük azaltma), elastik dizlikler ve patellofemoral ortezler; ayak biyomekaniğine yönelik tabanlıklar ve uygun ayakkabı modifikasyonları yaygın seçeneklerdir. Yardımcı cihazlar (baston/yürüteç) yükü azaltarak ağrıyı ve düşme riskini azaltabilir.

8. Ortez reçeteleme ve takip: klinik algoritma

Ortez başarısı, ‘doğru endikasyon + doğru tasarım + doğru eğitim + erken takip’ dörtlmesine bağlıdır.

8.1. Klinik karar bileşenleri

(1) ağrı paterni, (2) iritabilite/hastalık aktivitesi, (3) deformite/instabilite, (4) fonksiyonel hedef, (5) cilt-dolaşım durumu ve (6) uyum potansiyeli değerlendirilmelidir.

8.2. Ortez kullanım ilkeleri

Minimum etkili destek tercih edilmeli; gereksiz immobilizasyondan kaçınılmalıdır. Kullanım süresi aktiviteye göre planlanmalı, cilt kontrolü öğretilmeli ve 1–2 hafta içinde uyum-baskı noktaları yeniden değerlendirilmelidir.

9. Protokol örnekleri ve dozlama tabloları

Tablo 1. Romatolojik hastalıklarda manuel terapi için pratik dozlama önerileri

Klinik durum	Öncelik	Önerilen teknik	Şiddet/Süre	Frekans
Diz OA (yüksek sertlik)	Ağrı+ROM	Grade I–II mobilizasyon + yumuşak doku	10–15 dk / düşük-orta	Haftada 1–2
El OA	Ağrı+fonksiyon	Nazik traksiyon + yumuşak doku	8–10 dk / düşük	Haftada 1–2
RA (remisyon)	Semptom modülasyonu	Nazik yumuşak doku, düşük amplitüd	5–10 dk / düşük	Haftada 1
SpA (torakal sertlik)	Mobilite	Torakal mobilizasyon + solunum entegrasyonu	10–15 dk / orta	Haftada 1–2

Tablo 2. Ortez kullanım rehberi: süre, hedef ve takip

Ortez/yardımcı cihaz	Önerilen kullanım	Birincil hedef	Takip notu
Çalışma el-bilek splinti (RA)	Gündüz, ağrılı aktivitelerde 2–4 saat	Ağrı azaltma + kavrama desteği	Basınç noktası/cilt 1–2 haftada kontrol

İstirahat splinti (RA)	Gece veya alevlenmede kısa süre	Koruma + istirahat	Uzun süre immobilizasyondan kaçın
Başparmak CMC splinti (El OA)	Aktivite sırasında	CMC yükünü azaltma	Fonksiyon hedefiyle uyumlu seç
Unloader diz ortezi (Diz OA)	Yürüme/ayakta kalma sırasında	Medial/lateral yük azaltma	Konfor ve uyum kritik
Baston	Karşı elde, ağırlı dönemde	Eklem yükünü azaltma	Boy ayarı ve eğitim şart

9.1. Protokol örneği: Diz osteoartriti

Hafta 1–2: ağrı/sertlik yüksekse kısa süreli manuel terapi (Tablo 1) + eğitim (yük yönetimi, aktivite dozlama) + düşük-orta şiddette kuvvetlendirme (kuadriseps, kalça abdüktörleri). Hafta 3–4: egzersiz progresyonu (kapalı kinetik zincir, fonksiyonel otur-kalk), gerekiyorsa unloader diz ortezi ile yürüyüş toleransı artırma. Hafta 5–6: denge ve fonksiyonel kapasite (merdiven, yürüyüş aralığı), ev programı ve öz-yönetim planı. Çekirdek yaklaşımın temelini eğitim+egzersiz oluşturur (Moseng et al., 2024).

9.2. Protokol örneği: RA’da el-bilek ağrısı

Alevlenme dışı dönemde, çalışma el-bilek splinti ile ağırlı aktivitelerde destek sağlanır; eklem koruma eğitimi ve el kaslarına yönelik düşük doz güçlendirme eklenir. Çalışma splintlerinin ağrı azaltma sağlayabildiği ve kavrama performansını destekleyebildiği raporlanmıştır (Ramsey et al., 2014). Splintlerin tasarımı ve etkileri heterojen olduğundan, erken takip ve kişiselleştirme önemlidir (Egan et al., 2001).

10. Hasta eğitimi kutuları ve öz-yönetim stratejileri

Hasta Bilgilendirme Kutusu 1: Manuel terapi neyi yapar, neyi yapmaz?
- Manuel terapi, hastalığı ortadan kaldırmaz; semptomları modüle eder. - Ağrıyı azaltıp hareketi kolaylaştırabilir; egzersize katılımı artırır. - Etkisi genellikle kısa-orta vadelidir; kalıcılık için egzersiz ve öz-yönetim şarttır. - Alevlenme döneminde ‘daha güçlü’ uygulama daha iyi anlamına gelmez: doz önemlidir.

Hasta Bilgilendirme Kutusu 2: Ortez kullanırken dikkat edilecekler
• Ortez takıldıktan sonra ilk günlerde cilt kızarıklığı/basınç noktası kontrol edin. • Aşırı sıkılık, uyuşma veya renk değişikliği olursa kullanım durdurun ve değerlendirme isteyin. • Ortez egzersizin yerine geçmez; hedef ‘yük yönetimi ve güvenli hareket’ tir. • Kullanım süresi aktiviteye göre planlanmalı; uzun süre immobilizasyondan kaçınılmalıdır.

11. Klinik karar akış şemaları

Şema 1. Manuel terapi karar akışı

1) Hastalık aktivitesi/irritabilite yüksek mi?

- Evet → düşük şiddet (ağrı modülasyonu), kısa süre; egzersiz düşük yük; ortozla koruma.

- Hayır → hedefe yönelik mobilizasyon + egzersiz progresyonu.

2) Instabilite/osteoporoz/kontrendikasyon var mı?

- Evet → agresif tekniklerden kaçın; alternatifler (eğitim, egzersiz, ortoz, yardımcı cihaz).

- Hayır → dozlanmış manuel terapi + egzersiz.

Şema 2. Ortez reçeteleme akışı

1) Hedef nedir? (ağrı azaltma / stabilite / deformite kontrolü / fonksiyon)

2) Kullanım bağlamı nedir? (istirahat / aktivite / gece)

3) Minimum etkili destek seç → eğitim ver → 1–2 haftada uyumu ve cildi kontrol et → gerekirse modifiye et.

12. Vaka örnekleri

12.1. Diz OA vakası (yük yönetimi + egzersiz odaklı)

65 yaş, kadın; medial diz ağrısı (VAS 7/10), varus diz, TUG 14 sn. Plan: 2 hafta düşük-orta şiddette manuel terapi + eğitim; yürüyüşte baston ve/veya unloader diz ortezi; kuadriseps ve kalça abdüktör kuvvetlendirme. 4–6 haftada VAS 4/10’a düşüş ve TUG 11 sn’ye iyileşme hedeflenir. Çekirdek yaklaşım: eğitim+egzersiz (Moseng et al., 2024).

12.2. RA el-bilek vakası (splint + eklem koruma)

52 yaş, kadın; RA, el-bilek ağrısı ve kavrama güçlüğü. Alevlenme dışı dönemde çalışma el-bilek splinti ile ağırlı aktivitelerde destek; eklem koruma stratejileri ve düşük doz el intrinsic kas güçlendirme. Splintlerin ağrı azaltma potansiyeli dikkate alınır (Ramsey et al., 2014; Egan et al., 2001).

13. Sonuç ve klinik mesajlar

Manuel terapi ve ortezlar, romatolojik rehabilitasyonda uygun hasta seçimi ve doğru entegrasyonla güçlü klinik katkı sağlayabilir. Manuel terapi çoğu zaman egzersiz katılımı kolaylaştıran bir ‘köprü’ işlevi görür; ortozlar ise yük yönetimi ve fonksiyonel güvenliği artırır. Başarı; ağrı skorundan çok, fonksiyon ve katılım çıktılarındaki sürdürülebilir iyileşme ile değerlendirilmelidir.

Kaynakça (APA)

- Clar, C., Tsertsvadze, A., Court, R., Hundt, G. L., Clarke, A., Sutcliffe, P., & Davies, P. (2014). Clinical effectiveness of manual therapy for the management of musculoskeletal and non-musculoskeletal conditions: Systematic review and update of UK evidence report. *Chiropractic & Manual Therapies*, 22, 12.
- Egan, M., Brosseau, L., Farmer, M., Ouimet, M. A., Rees, S., & Wells, G. (2001). Splints/orthoses in the treatment of rheumatoid arthritis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
- GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. (2018). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries, 1990–2017. *The Lancet*, 392(10159), 1789–1858.
- Hartvigsen, J., Hancock, M. J., Kongsted, A., Louw, Q., Ferreira, M. L., Genevay, S., ... & Woolf, A. (2018). What low back pain is and why we need to pay attention. *The Lancet*, 391(10137), 2356–2367.
- Hoy, D., March, L., Brooks, P., Blyth, F., Woolf, A., Bain, C., ... & Buchbinder, R. (2014). The global burden of low back pain: Estimates from the Global Burden of Disease 2010 study. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 73(6), 968–974.
- Kloppenburg, M., Kroon, F. P. B., Blanco, F. J., Doherty, M., Dziedzic, K. S., Greibrokk, E., ... & Bierma-Zeinstra, S. M. A. (2019). 2018 update of the EULAR recommendations for the management of hand osteoarthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases*.
- Kroon, F. P. B., et al. (2018). Efficacy and safety of non-pharmacological, pharmacological and surgical treatments for hand osteoarthritis: A systematic literature review informing the 2018 EULAR recommendations. *RMD Open*, 4(2), e000734.

- Linton, S. J., & Shaw, W. (2011). Impact of psychological factors in the experience of pain. *Physical Therapy*, 91(5), 700–711.
- Moseng, T., et al. (2024). EULAR recommendations for the non-pharmacological core management of hip and knee osteoarthritis: 2023 update. *Annals of the Rheumatic Diseases*.
- Ramsey, L., et al. (2014). The effectiveness of working wrist splints in adults with rheumatoid arthritis: A mixed methods systematic review. *Journal of Rehabilitation Medicine*.
- Smolen, J. S., et al. (2023). EULAR recommendations for the management of rheumatoid arthritis. *Annals of the Rheumatic Diseases*.
- Vlaeyen, J. W., & Linton, S. J. (2000). Fear-avoidance and its consequences in chronic musculoskeletal pain: A state of the art. *Pain*, 85(3), 317–332.
- Zhu, B., et al. (2024). The effects of manual therapy in pain and safety of patients with knee osteoarthritis: A systematic review. (Retrieved from PubMed Central).

İTEROSEPTİF BİLİNÇ VE OTONOM DÜZENLEME: PRANAYAMA’NIN BİYOPSİKOFİZYOLOJİK ETKİLERİ

1. Ayşe Nur GÖMÜK¹

2. Ayça ARACI²

Giriş

Modern nörobilim ve psikofizyoloji alanında yapılan güncel çalışmalar, beden ile zihin arasındaki ilişkinin yalnızca sembolik veya felsefi bir boyut taşımadığını; aksine içsel fizyolojik sinyallerin beyin tarafından algılanması, yorumlanması ve düzenlenmesi üzerinden gerçekleşen karmaşık bir nörobiyolojik süreç olduğunu ortaya koymaktadır. Bu süreç interosepsiyon olarak adlandırılır ve organizmanın kardiyovasküler ritim, solunum paterni, visseral fonksiyonlar ve otonom sinir sistemi yanıtları gibi içsel beden durumlarını algılama kapasitesini ifade eder. İnterosepsiyonun doğruluğu ve farkındalığı, duygulanım düzenlemesi, stres yanıtı, bilişsel esneklik ve homeostatik denge üzerinde belirleyici role sahiptir. Bu bağlamda otonom sinir sistemi (OSS), organizmanın fizyolojik stabilitesini sürdürmek ve iç-dış uyaranlara uyumlu yanıt

1 Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Yüksek Lisans Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı, Alanya, Türkiye. ORCID: 0009-0003-5691-1241

2 Alanya Alaaddin Keykubat Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Alanya, Türkiye. ORCID: 0000-0002-1089-3370

oluşturmak için sempatik ve parasempatik alt sistemler arasında dinamik bir denge kurar.

Son yıllarda, bu dengeyi doğrudan modüle edebilen en etkili araçlardan birinin kontrollü solunum olduğu bilimsel olarak giderek daha fazla vurgulanmaktadır. Yoga geleneğinin temel bileşenlerinden biri olan pranayama, ritmik ve bilinçli solunum kontrolü yoluyla interoseptif sinyal işleme, vagal aktivite, barorefleks duyarlılığı ve nörovisseral entegrasyon üzerinde güçlü bir düzenleyici etki oluşturur. Pranayama uygulamalarının yalnızca solunum mekanizmasını değil; aynı zamanda beyin ağlarını, otonom düzenleme mekanizmalarını ve nöroendokrin yanıtları etkileyen çok boyutlu bir biyopsikofizyolojik süreç olduğu gösterilmiştir. Klinik literatür, düzenli pranayama uygulamalarının kalp hızı değişkenliğini (HRV) artırarak parasempatik tonusu güçlendirdiğini, stres ve kaygı semptomlarını azalttığını, duygusal esnekliği geliştirdiğini ve kronik ağrı ile psikosomatik yakınmalar gibi interoseptif bozulmaya bağlı durumlarda iyileştirici etki sağladığını bildirmektedir.

Bu bölümde interosepsiyonun nörofizyolojik temelleri, otonom sinir sistemi düzenleme mekanizmaları ve pranayamanın çok katmanlı biyopsikofizyolojik etkileri güncel bilimsel veriler ışığında ayrıntılı biçimde ele alınmaktadır. Amaç, pranayamanın klinik rehabilitasyon, duygusal düzenleme, performans optimizasyonu ve psikofizyolojik iyilik hâli alanlarında güçlü bir tamamlayıcı müdahale olarak kullanımını açıklayan bütüncül bir çerçeve sunmaktır.

İnterosepsiyon

İnsan organizması, çevresel uyaranlar kadar iç fizyolojik durumlara ilişkin duyusal sinyalleri de sürekli olarak işler. Bu içsel sinyallerin algılanması, yorumlanması ve davranışa dönüştürülmesi süreçleri interosepsiyon başlığı altında tanımlanır. İnterosepsiyon, vücudun iç ortamında meydana gelen fizyolojik sinyallerin merkezi ve otonom

sinir sisteminde bilinçli ya da bilinçdışı düzeyde algılanıp üst merkezlerde işlenmesi sonucunda bireyin içsel beden durumuna yönelik bir algı haritası oluşturmasını sağlar (Lazzarelli vd., 2024). İnsanlar yoğun duygu durumlarında içsel fizyolojik durumlarına ilişkin duyuşsal geri bildirimlerle daha güçlü bir temas kurmakta; özellikle sempatik sinir sistemi aktivasyonunun arttığı korku, kaygı, panik ve tehdit algısı gibi duygulanımlar bu içsel algıyı belirgin şekilde güçlendirmektedir. İnsanlarda görülen yüksek farkındalık düzeyleri, interoseptif farkındalığın ve duygu odaklı dikkat yöneliminin artmasına neden olmakta ve bunun sonucunda otonom sinir sisteminin sempatovagal dengesi doğrudan etkilemektedir (Saltafossi vd., 2025). Psikosomatik kökenli bu duygulara ilişkin interoseptif farkındalığın artması, ilerleyen dönemlerde kaygı bozuklukları, panik atak, bilişsel yorgunluk, mental tükenmişlik ve psikofizyolojik bütünlüğün bozulması gibi geniş bir klinik spektrumla ilişkilendirilmektedir (Zsembik vd., 2025).

Bu çerçevede interosepsiyon, yalnızca içsel duyuları fark etmekten ibaret değildir; aynı zamanda duyguların davranışsal sonuçları doğrultusunda ortaya çıkan sempatik sisteme ait yanıtları tanımlama, yorumlama ve düzenleme kapasitesini de kapsar (Saltafossi vd., 2025; Zsembik vd., 2025).

İnteroseptif Duyunun Nörofizyolojik Altyapısı

İnsan organizmasında vücut içerisinden gelen duyuşsal bilgiler, başlıca visseral afferent yollar ve spinal somatik afferentler aracılığıyla merkezi sinir sistemine iletilmektedir (Zsembik vd., 2025). Vagal afferent yol, visseral organlardan beyin sapındaki nükleus traktus solitariusa (NTS) doğru yükselen duyuşsal sinyallerin yaklaşık %80'ini taşır ve interoseptif bilginin temel iletim hatlarından birini oluşturur (Strigo & Craig, 2016). Kalp, akciğer, diyafram, gastrointestinal sistem ve torasik-visseral yapılardan gelen afferent bilgiler, otonom sinir sisteminin düzenleyici merkezlerinde işlenerek insula, anterior singulat korteks (ACC) ve prefrontal

bölgelerde duygu, farkındalık ve homeostatik bütünlüğü modüle eder (Saltafossi vd., 2025; Strigo & Craig, 2016). Buna karşılık, spinal sinirlerden yükselen duyuşal afferentler somatik yapılardan (kas içiği, Golgi tendon organı, eklem ve mekanoreseptörler) gelen proprioseptif ve nosiseptif bilgiyi dorsal kök ganglionu üzerinden spinal kordun arka boynuzuna iletir. Bu yol, özellikle spinotalamik ve dorsal kolon–medial lemniskus (DCML) sistemleri aracılığıyla beyin sapı ve talamusa ulaşarak somatik interosepsiyon, postüröl kontrol, ağrı, basınç ve kas gerimi gibi duyumların merkezi işlemlmesini sağlar (Strigo & Craig, 2016). İnteroseptif bilginin daha üst düzey işlenmesi; talamus çekirdekleri üzerinden posterior insular korteks, anterior insular korteks, anterior singulat korteks (ACC) ve prefrontal ağlara doğru yönelir. Posterior insula duyumun hammadde hâlini temsil ederken, anterior insula bu bilgiyi duygulanım, farkındalık, öznel deneyim ve benlik algısıyla birleştirir (Berntson & Khalsa, 2021). Anterior singulat korteks (ACC) ise literatürde sıkça limbik motor merkez olarak tanımlanan bir yapıdır. Bunun nedeni, ACC'nin duyuşal işlemler, davranışsal ve otonom çıktıları yönlendiren motor sistemler ile doğrudan bağlantılı olmasıdır (Berntson & Khalsa, 2021; Gibbons, 2019). Dolayısıyla, bu üst merkezlerin koordineli çalışması, organizmanın hem iç dengeyi sürdürmesine hem de çevresel taleplere uygun bir davranışsal yanıt üretmesine olanak tanır (Berntson & Khalsa, 2021; Teckentrup & Kroemer, 2024). OSS'nin sempatovagal dengesi, interoseptif farkındalık süreçlerinin temel fizyolojik belirleyicilerinden biridir. Barorefleks duyarlılığı, kalp hızı değişkenliği (HRV) ve vagal ton gibi göstergeler; interoseptif sistem ile otonom düzenleme mekanizmaları arasındaki güçlü iki yönlü bağlantıyı yansıtır (Teckentrup & Kroemer, 2024).

Otonom Sinir Sistemi ve Regölasyon Mekanizmaları

Otonom sinir sistemi (OSS), organizmanın içsel fizyolojik dengesi homeostazisi sürdürmekle sorumlu olan temel nörovejetatif kontrol ağını oluşturur (Gibbons, 2019). Kalp atımı, solunum ritmi, damar

tonusu, sindirim, hormonal düzenlemeler ve visseral yanıtlar gibi istemsiz süreçleri sürekli olarak ayarlayarak iç dengeyi koruyan nörofizyolojik ağdır (Gibbons, 2019; Modell vd., 2015). Kalp atış hızı, solunum parametreleri, damar tonusu, gastrointestinal motilite, termoregülasyon ve endokrin yanıtlar gibi yaşam için kritik süreçlerin çoğu OSS'nin iki ana kolu olan sempatik ve parasempatik sistemler aracılığıyla koordine edilir (Gibbons, 2019). Bu iki sistemin dengesi, organizmanın fizyolojik stabilitesiyle birlikte duygusal esnekliğini belirleyen anahtar göstergedir.

Sempatik ve Parasempatik Sistem: Dual Düzenleyici Mekanizma

Sempatik aktivasyon, tehdit veya stres algısıyla tetiklenen “kaç-savaş” yanıtının fizyolojik temelini oluşturur. Bu yanıt; kalp hızının artması, bronşların genişlemesi, dikkat odağının daralması ve glukoz mobilizasyonu gibi metabolik hazırlık süreçlerini içerir (Chiang vd., 2024) Parasempatik sistem ise özellikle vagal sinir aracılığıyla çalışan “dinlen-sindir” yanıtını düzenler. Metabolik tasarruf, kalp hızının düşmesi, sindirim aktivitesinin artması, sosyal etkileşimde rahatlama ve duygu düzenlemesi gibi süreçler bu ekseninde optimize edilir (Chiang vd., 2024; Gibbons, 2019). Otonom sinir sisteminin bir parçası olan vagus siniri %20 afferent %80 efferent lifleri beyin ile vücut organları arasındaki çift yönlü iletişimi sağlar (Paciorek & Skora, 2020). Vagus latinceye dolaşan-gezen anlamına gelen bir terimdir. 10.kranial sinir olan vagus %80'in üzerinde afferent lif taşıması, OSS'nin yönetiminde periferiden beyne doğru interoseptif bilgi akışının baskın olduğunu gösterir (Huang vd., 2025; Paciorek & Skora, 2020).Vagal afferentler; kalp, akciğer, diyafram, gastrointestinal sistem ve visseral organlardan gelen sinyalleri NTS'ye ileterek otonom düzenlemeyi şekillendirir (Huang vd., 2025). Yavaş, kontrollü ve uzamış nefes verme tekniklerinin vagal afferent aktiviteyi belirgin şekilde artırdığı, böylece parasempatik tonus üzerinde güçlü bir modülatör etki yarattığı gösterilmiştir (Veerakannan, 2025). Modern nörobilim, OSS'nin iki uçlu bir sistem

olmadığını; aksine dinamik bir sempatovagal denge içinde sürekli modüle edilen karmaşık bir düzenleme olduğunu göstermektedir (Kim vd., 2025). Bu dengeyi etkileyen iç sinyallerin büyük çoğunluğu interoseptif afferent yollar üzerinden taşınmaktadır (Huang vd., 2025). OSS interosepsiyonla bütünleşik bir yapıda organize olmaktadır (Teckentrup & Kroemer, 2024).

Barorefleks ve Kardiyovagal Düzenleme

OSS'nin kardiyovasküler sistem üzerindeki en önemli fizyolojik mekanizması barorefleks tepkisidir. Barorefleks duyarlılığı, otonom esnekliğin ve interoseptif doğruluğun önemli bir göstergesidir (Noble & Hochman, 2019). Baroreseptörler, kan damarlarının mekanik olarak gerilmesiyle aktive olan; kalbin aort arkı ve karotis sinüs cimciği gibi arter duvarlarında bulunan mekanoreseptörlerdir. Bu mekanizma, tipik bir negatif geri bildirim döngüsü şeklinde işler: Arter duvarlarında bulunan baroreseptör aferentleri (koyu mavi), kardiyovasküler sistemin kontrolünde birincil beyin sapı merkezi olan nucleus tractus solitarius (NTS) çekirdeğinde sinaps yapar (Low & Tomalia, 2015). Buradan iki ana yolak ayrılmaktadır. Vagal barorefleks bileşeni (yeşil), NTS'ten nucleus ambiguus (NA)'a uzanır ve buradan çıkan parasempatik efferent lifler sinoatriyal düğümüne (SA) ulaşarak kalp hızını hızlı bir şekilde modüle eder. Buna paralel olarak adrenerjik barorefleks yolu (kırmızı), NTS'ten caudal ventrolateral medulla (CVLM) üzerinden rostral ventrolateral medulla (RVLM)'ye projekte olur (Low & Tomalia, 2015; Noble & Hochman, 2019).

RVLM'den çıkan sempatik efferentler, torasik interomediolateral (IML) spinal kord üzerinden otonomik gangliyonlara, ardından kalp, arteriyoller ve venüllere ulaşarak damar tonusu, periferik direnç ve kalp kontraktilesini düzenler. Kan basıncı yükseldiğinde baroreseptörler harekete geçer ve parasempatik aktiviteyi artırarak kalp hızını yavaşlatır. Yavaş, derin ve ritmik nefes egzersizleri, damar duvarlarında yer alan baroreseptörlerin duyarlılığını

artırmaktadır (Kishimoto vd., 2025). Böylelikle uyarılan barorefleks aktivitesi nervus vagus aracılığıyla NTS'ye ve NTS'den nucleus ambiguus (NA) iletilir. NA kaynaklı kolinerjik (asetilkolin içeren) efferent vagal lifler, sinoatriyal nodu inhibe ederek kalp hızının düşmesini sağlar (Noble & Hochman, 2019). Pranayama nefes egzersizlerinde önemli bir parametre olan ritmik solunum, özellikle 0.1 Hz frekansında (yaklaşık dakikada 6 nefes), kardiyorespiratuvar sistemin senkronizasyonu ve otonom sinir sistemi düzenlemesinin temelini oluşturur (Leganes-Fonteneau vd., 2021). Kısaca özetlenecek olursa; İnspirasyon sırasında göğüs içi basıncının azalması ve venöz dönüşün artması, mekanik ve sinirsel tepkilerle birlikte vagus sinirinin geçici inhibisyonuna yol açar; bu durum kalp hızında geçici bir artışa neden olur. Ekshalasyon sırasında vagal aktivite yeniden etkinleşir ve asetilkolin (ACh) etkisi uzar, bu da sinoatriyal (SA) nod üzerindeki parasempatik etkiyi maksimuma çıkarır; sonuç olarak kalp hızı düşer ve vagal tonus artar (Leganes-Fonteneau vd., 2021). Bu periyodik değişimler, respiratuvar sinüs aritmisi (RSA) olarak adlandırılan kalp hızı dalgalanmalarının temel mekanizmasını oluşturur. RSA'nın merkezi düzenleyicileri, beyin sapındaki solunum ritimleri ve nucleus tractus solitarius (NTS) aracılığıyla sağlanırken, periferik mekanizmalar pulmoner gerilme reseptörleri (SAR'lar) ve barorefleks ile desteklenir (Rodriguez-Rozada & Tovote, 2025). NTS, vagus siniri aracılığıyla gelen afferent sinyalleri amigdala, anterior singulat korteks, hipokampus, insular korteks, talamus, hipotalamus ve prefrontal korteks gibi limbik ve kortikal yapılara iletir; bu iletişim, kalp ve solunum ritimlerinin kortikal ve limbik sistemin senkronizasyonunu sağlayarak duygu durum düzenlemesi, dikkat ve gevşeme ile ilişkilendirilir. Uzun ekshalasyon ve düşük frekanslı solunum, barorefleks rezonansını güçlendirir; kalp hızı değişkenliği (HRV) ve RSA amplitüdünü artırır (Rodriguez-Rozada & Tovote, 2025). Dolayısıyla bu fizyolojik durum otonom sinir sisteminin parasempatik kolu üzerinden kardiyovasküler, respiratuvar ve

psikosomatik homeostazisi dengeler. Pranayama egzersizleri parasempatik sinir sisteminin ana sinir olan vagus aracılığıyla kalp hızını azaltarak kalp kalp hızı değişkenliğini (HRV) yükselttiği çeşitli çalışmalarla da gösterilmiştir (Dhanvijay vd., 2025; Kim vd., 2025; Kishimoto vd., 2025). Bu mekanizma, pranayama uygulamalarının biyofizyolojik etkilerini anlamak için temel bir çerçeve sağlar.

Kalp Hızı Değişkenliği (HRV) ve Vagal Ton

HRV, sempatovagal dengenin en güvenilir fizyolojik belirteçlerinden biri olarak kabul edilir. Yüksek HRV, güçlü vagal frenleme kapasitesi, stresle etkin başa çıkma, duygu düzenleme becerisi ve interoseptif farkındalıkla yakından ilişkilidir (Oliveira vd., 2025). Düşük HRV ise kronik stres, kaygı bozuklukları, depresyon, kardiyovasküler risk ve otonom disregülasyon durumlarında karakteristik bir bulgudur (Oliveira vd., 2025). Pranayama nefes egzersizlerinin özellikle yavaş nefes, uzatılmış ekshalasyon ve diyafragmatik solunumla birlikte HRV'yi anlamlı şekilde artırdığı; bu etkinin prefrontal korteks–amigdala–beyin sapı döngüsü üzerinden gerçekleştiği bildirilmiştir (Zaccaro vd., 2022).

OSS–İnterosepsiyon–Duygulanım Döngüsü

OSS'nin duygusal deneyimler üzerindeki etkisi, sadece periferik fizyolojiyle sınırlı değildir; aynı zamanda limbik sistem, anterior insula ve ACC gibi interoseptif işlem merkezleriyle kurduğu çift yönlü iletişim üzerinden duygu düzenlemenin temel parametresini oluşturmaktadır (Saltafossi vd., 2025). İnterosepsiyon, duyguların algılanması, yorumlanması ve düzenlenmesi için temel bir mekanizmadır; bilinçli ve öznel duygusal deneyimleri oluşturur. İnsanların bedensel durumlarına ilişkin sinyalleri algılayabilmesi, bu sinyallerle ilişkili duyguların farkındalığını sağlar (Greenwood & Garfinkel, 2025). Örneğin, sınav heyecanı yaşayan bir yetişkinin solunum ve kalp hızı atımının artması, bu fizyolojik değişikliklerin

farkındalığını artırabilir. İnteroseptif duyumu tanımak ve “heyecan” olarak adlandırabilmek algılanan interoseptif bilginin anterior insula ve anterior singulat korteks (ACC) bütünleştirilmesiyle ilişkilidir (Greenwood & Garfinkel, 2025). Bu yapılar, bedensel sinyallerin duygusal anlamıyla eşleştirilmesini sağlayarak, kişinin daha önce bildiği bu duyguyu bilinçli bir deneyim olarak tanınmasına yardımcı olur. Visserosensorial ve duygusal farkındalık birbirini tamamlayan süreçlerdir. Anatomik olarak incelendiğinde; anterior insula, dorsal anterior/mid singulat korteks, amigdala, hipotalamus, beyin sapı ve periakvaduktal gri madde interoseptif duyunun işlenmesinde temel rol oynar (Greenwood & Garfinkel, 2025). Bu yapılar aynı zamanda bilişsel durumlar, duygusal süreçler ve sensorimotor işlevlerle geniş bağlantıları bütünsel bir interoseptif ağı oluşturur.

Pranayama’nın Biyopsikofizyolojik Etkileri

Pranayama, yoganın solunuma odaklanan temel bileşeni olarak hem fizyolojik hem de psikolojik süreçleri eş zamanlı modüle edebilen nadir uygulamalardan biridir. Solunumun ritmik, kontrollü ve bilinçli biçimde düzenlenmesi; otonom sinir sistemi, nöroendokrin yanıtlar, beyin dalga paternleri, duygulanım süreçleri ve visseral farkındalık üzerinde güçlü bir etki yaratır. Bu özellikleri nedeniyle pranayama, interoseptif farkındalığın geliştirilmesinde ve sempativagal dengenin yeniden kurulmasında önemli bir araçtır (Bhargav vd., 2025).

Aşağıdaki alt başlıklarda bu etkiler biyomekanik, nörofizyolojik, nöroendokrin, psikolojik ve interoseptif düzeylerde incelenmektedir.

Solunumun Mekanik ve Nöromüsküler Etkileri

Diyafram–Postür–OSS Bağlantısı

İnspirasyonun temel kası olan diyafram yalnızca solunum sisteminde görevli bir kas değildir; aynı zamanda intraabdominal basıncı, postüral stabiliteyi ve parasempatik vagal tonusu etkileyen nöromüsküler sistemde önemli bir merkezdir (Kocjan vd., 2018) Yavaş ekshalasyon sırasında diyaframın kontrollü relaksasyonu,

kalp hızı yavaşlaması ve vagal aktivasyonun artmasıyla sonuçlanır (Hamasaki, 2020). Diyaframatik solunumun kardiyovasküler sistem üzerindeki etkileri diyafram kasının anatomik konumu sonucunda organlarla mekanik etkileşimi; krural alanının vagal siniri geçmesi ve otonom sinir sistemi aracılı fizyolojik mekanizmaların bütüncül etkileşimiyle açıklanır. Diyafram anatomik olarak özofagus ve vena cava inferior (VCI) ile yakın komşulukta bulunan, torasik ve abdominal boşluklar arasında piston benzeri hareket yapan bir kastır (Kimura vd., 2011; Liu vd., 2024).

İnspirasyon sırasında diyaframın aşağı doğru kasılması, torasik boşlukta belirgin bir negatif basınç artışı oluştururken abdominal basıncı yükseltir. Bu basınç gradyenti, vena cava inferior (VCI) ve abdominal venöz rezervuarlarda yer alan kanın kalbe doğru hareketini kolaylaştıran güçlü bir diyafragmatik venöz pompa etkisi yaratır (Kimura vd., 2011). Torasik negatif basıncın artması venöz dönüşü artırırken, abdominal kompresyon da kanın anteriora doğru itilmesini destekler. Venöz dönüşteki bu artış, Frank–Starling mekanizması³ üzerinden preload ve strok volümünü yükselterek kalp debisini fizyolojik olarak güçlendirir (Salah vd., 2022).

Yavaş ve ritmik diyaframatik solunum veya pranayama teknikleri bu mekanik etkinin amplitüdünü sistematik olarak artırır; inspiratuvar ve ekspiratuvar fazların uzaması kardiyovasküler parametrelerde daha belirgin osilasyonlara yol açar (Salah vd., 2022). Solunum kaynaklı bu hemodinamik dalgalanmalar, baroreseptör aktivitesini modüle ederek barorefleks duyarlılığını artırır ve bunun sonucunda vagal efferent çıkış güçlenir. Artan parasempatik tonus, kalp hızının düşmesine, kardiyak değişkenliğin (HRV) yükselmesine ve otonom denge restorasyonuna direnç kazandırır (Xiong vd., 2025). Bu nedenle diyaframatik nefes egzersizleri mekanik venöz pompa etkisiyle kalp debisini stabilize eder ve vagovagal döngüyü güçlendirerek otonom sinir sistemi üzerinde belirgin bir

parasempatik baskınlık yaratır. Bu iki yönlü etki, pranayama ve diyafram egzersizlerinin kardiyovasküler fonksiyon, stres yanıtı ve homeostatik düzenleme üzerinde güçlü düzenleyici etkilere sahip olmasının temel fizyolojik açıklamasıdır.

Yavaş Solunumun Barorefleks Üzerine Etkisi

Diyafram kasına yönelik yavaş, ritmik ve kontrollü nefes egzersizleri (özellikle 5–6/dk aralığı), barorefleks duyarlılığını artırır; sempatik deşarjı azaltır ve parasempatik aktivitenin baskılar (Xiong vd., 2025). Bu mekanizma pranayamanın OSS düzenlemesindeki temel fizyolojik yollardan biridir.

Nöroendokrin Etkiler

Pranayama uygulamaları, stres hormonları ve nöroendokrin yanıtlar üzerinde düzenleyici bir etkiye sahiptir.

Kortizol ve Stres Tepkisi

Düzenli pranayama uygulamasının kortizol seviyelerini azalttığı, hipotalamo-hipofiz-adrenal (HPA) aksın aşırı reaktivitesini dengelediği ve stres toleransını artırdığı kanıtlanmıştır (Abelson vd., 2010).

Katekolaminler ve Sempatik Modülasyon

Yavaş nefes verme ekspirasyon fazı sempatik tonusu düşürerek adrenalin ve noradrenalin salınımını azaltır (Abelson vd., 2010).

Oksitosin ve Sosyal Bağ

Bazı pranayama formatlarının (ör. Bhramari, Ujjayi) oksitosin düzeylerini artırarak sosyal güvenlik ve sakinlik duyguları yarattığı bildirilmiştir (Chetry vd., 2024).

Nörofizyolojik Etkiler

Pranayama, beyin ağlarında elektriksel ve kimyasal düzeyde belirgin nörofizyolojik değişiklikleri oluşturur.

EEG Paternleri

- Yavaş ve kontrollü nefes alma:
- Alfa ve teta dalga aktivitesini artırır
- Kortikal inhibisyon ve prefrontal-limbik dengeyi düzenler
- İçsel sessizlik ve farkındalık hâlini kolaylaştırır (Iwabe vd., 2025).

Limbik Sistem Modülasyonu

Amigdala aktivitesinin azalması, tehdit algısında yumuşama ve duygusal esneklikte artış sağlar (Maric vd., 2020).

Prefrontal Regülasyon

Dorsolateral prefrontal korteks (dlPFC) ve ventromedial PFC'nin aktivitesi artarak dikkat, dürtü kontrolü ve bilişsel yeniden çerçeveleme süreçlerini güçlendirir (Oka vd., 2025).

Bu nörofizyolojik değişimler, pranayamanın kısa vadeli (state) ve uzun vadeli (trait) etkilerinin temelini oluşturur.

Psikolojik Etkiler ve İnteroseptif Farkındalık

Duygusal Düzenleme

Pranayama egzersizleri, psikosomatik duyguları azaltarak duygusal regülasyonu ve genel ruh sağlığını iyileştirir. Bu etkinin interoseptif ağlar üzerinden gerçekleştiği düşünülmektedir (Pang vd., 2025)

Kaygı ve Panik Döngüsünde Azalma

Pranayama nefes egzersizleri, hiperventilasyon döngüsünü kırarak solunumu düzenler. Buna bağlı olarak kalp hızı düşer, otonom sinir sistemi dengelenir ve panik atak eşiği azalır. Bu süreç genel bir gevşeme durumu yaratarak kaygı semptomlarının hafiflemesine katkı sağlar (Kumar & Pradhan, 2017).

Beden–Zihin Entegrasyonu

İnteroseptif doğruluk ve farkındalık artışı, kişinin fizyolojik sinyalleri daha isabetli yorumlamasına ve daha uygun davranışsal yanıt geliştirmesine olanak tanır (Pang vd., 2025).

Pranayamanın Bütüncül Biyopsikofizyolojik Modeli

Literatür, pranayamanın etkilerini tek bir düzeyde açıklamakta yetersiz kalmıştır. Bu nedenle güncel görüşler çok katmanlı bir model önermektedir (Oka vd., 2025) :

- **Fizyolojik katman:** Barorefleks, HRV, vagal ton
- **Nöroendokrin katman:** Kortizol, oksitosin, endokanabinoidler
- **Nöronal katman:** PFC–insula–ACC–amigdala döngüsü
- **Psikolojik katman:** Duygusal düzenleme, farkındalık, kaygı kontrolü
- **İnteroseptif katman:** İç sinyallerin doğru algılanması ve bütünleşmesi

Bu model, pranayamanın rehabilitasyonda, psikolojik iyilik hâlinde ve performans alanlarında etkili olduğunu açıklayan bütüncül bir çerçeve sunar (Oka vd., 2025; Wareing vd., 2024).

Pranayama–İnterosepsiyon Etkileşimini Açıklayan Modeller

Pranayama içsel duyum farkındalığını (interosepsiyon) ve OSS düzenlemesini nasıl etkilediğini açıklamak üzere modern nörobilim bir dizi kuramsal çerçeve sunmaktadır. Bu modeller, solunumun yalnızca mekanik bir ventilasyon süreci olmadığı; aksine beyin, visseral organlar ve duygu-düzenleme ağları arasında çok katmanlı bir arayüz oluşturduğunu ortaya koymaktadır (Mondal, 2024). Aşağıda dört güncel model ayrıntılı biçimde ele alınmaktadır.

Predictive Coding (Öngörücü Kodlama) Modeli

Öngörücü kodlama, beynin sürekli olarak içsel ve dışsal duyumlara ilişkin “tahminler” ürettiğini ve bu tahminlerle gerçek duyusal girdiler arasındaki farkı minimize etmeye çalıştığını savunur (Owens vd., 2018; Wareing vd., 2024).

Pranayama bu modeli nasıl etkiliyor?

- Ritmik solunum, visseral afferent geri bildirimi düzenleyerek tahmin-hata döngüsünü stabilize eder.

- Yavaş nefeste interoseptif girdiler daha öngörülebilir hale gelir. Parasempatik sistem aktive olur.
- Amigdala–insula ağı üzerindeki aktivasyon azalır ve kaygı döngüsü kırılır.
- Anterior insula, duyumların yorumlanmasında
- Klinik anlamı: Panik bozukluk, anksiyete, somatik semptom bozukluklarında görülen aşırı sempatik uyarılma pranayama ile yeniden kalibre edilebilir (Mondal, 2024).

Bedenleşmiş Biliş Yaklaşımı

Bu model, zihinsel süreçlerin bedenin fizyolojik durumundan bağımsız olarak anlaşılamayacağını ileri sürer. Buna göre biliş, organizmanın duyuşal ve devinimsel (motor) durumlarıyla sürekli etkileşim içinde olan, onlardan ayrıştırılamayan gömülü bir süreçtir (Candia-Rivera vd., 2024).

Pranayama'nın rolü

- Kontrollü solunum, bedenin duyuşal tonunu alt düzeylerden üst düzey bilişsel süreçlere doğru etkileyerek bilişsel işlevleri düzenler (Oka vd., 2025).
- Diyafragmatik solunum, daha stabil bir postür ve daha güçlü vagal ton ile ilişkilidir; bu durum, duyuşal işlemenin daha düzenli ve dengeli gerçekleşmesini sağlar (Mütze vd., 2025).
- Solunuma odaklanma, beden–zihin entegrasyonunu güçlendirir; bunun sonucunda farkındalık artar ve öznel deneyim daha net bir şekilde yaşanır (Dwivedi, 2025).

Polivagal Teori

Stephen Porges tarafından geliştirilen bu teori, vagal sistemin üç alt devre üzerinden sosyal güvenlik, tehdit algısı ve donma tepkilerini düzenlediğini savunur (Jerath vd., 2006; Porges, 2021).

Pranayama'nın etkileri

- Yavaş ve uzamış nefes verme, ventral vagal kompleksi (güvenlik–sosyal etkileşim devresi) aktive eder (Dwivedi, 2025).
- Sempatik aktivite azalır, kalp hızı düşer ve sosyal güvenlik algısı artar (Nivethitha vd., 2017).
- Sesli uygulanan pranayama teknikleri (Bhramari, Ujjayi) vagal efferentleri doğrudan uyarır (Anasuya vd., 2020).

Klinik anlamı

Polivagal çerçeve, pranayamanın travma, kaygı, sosyal çekilme ve kronik stres gibi durumlarda güçlü bir parasempatik düzenleyici işlev görmesini nörofizyolojik mekanizmalar üzerinden açıklar (Porges, 2021). Bu yaklaşım, vagal sistemin ventral ve dorsal alt devreleri aracılığıyla sosyal güvenlik, duygusal regülasyon ve homeostatik dengeyi desteklediğini vurgular; dolayısıyla kontrollü nefes teknikleri, yalnızca fizyolojik bir rahatlama aracı değil, aynı zamanda sosyal etkileşim ve psikolojik iyilik hâli için kritik bir modülasyon mekanizmasıdır (Jerath vd., 2006).

Klinik ve Uygulamalı Perspektifler

Pranayama, interoseptif farkındalığı, otonom sinir sistemi dengesini ve duygusal düzenlemeyi eş zamanlı olarak modüle edebilen özgün bir uygulamadır. Bu özelliği nedeniyle, pranayama yalnızca yoga bağlamında değil; klinik rehabilitasyon, psikoterapi, spor bilimleri ve psikofizyolojik müdahaleler gibi çok çeşitli alanlarda giderek artan bir şekilde kullanılmaktadır. Klinik etkileri, sempatovagal dengeyi homeostazis içerisinde sürdürme, interoseptif doğruluğu artırma, stres fizyolojisini düzenleme ve nörokognitif esnekliği güçlendirme gibi çok boyutlu mekanizmalar aracılığıyla ortaya çıkar (Jerath vd., 2006; Malhotra vd., 2022). Aşağıda bu uygulamaların klinik bağlamdaki etkileri, kanıta dayalı veriler ışığında altı ana başlıkta incelenmektedir.

7.1. Kronik Ağrı Yönetimi

Kronik ağrı, yalnızca dokudaki hasar ya da nosiseptif uyaranlarla sınırlı olmayıp; vücudun içsel durumu ve bu durumun beyin tarafından algılanması süreçlerini içeren interoseptif ağların disfonksiyonu ile yakından ilişkilidir (Gnall vd., 2024). Özellikle anterior insula ve anterior cingulate cortex gibi kortikal bölgelerde gözlenen işlevsel ve yapısal değişiklikler, aşırı uyarılabilirlik ya da bağlantısal yeniden düzenlenme faktörleri kronik ağrı duyularının subjektif olarak abartılı algılanmasına zemin hazırlayabilir (Di Lernia vd., 2016). Dahası, literatürdeki mevcut çalışmalarda bulunan kanıtlar yalnızca interoseptif sinyal algısının (interoseptif doğruluk) azalabildiğini, aynı zamanda hastaların bedensel duyularına yönelik dikkatlerinin ve yorumlarının (interoseptif sensibilibite) artmış olabileceğini göstermektedir (Horsburgh vd., 2024). Bu nedenle, kronik ağrının devamlılığı ve şiddeti, sadece periferik duyuşal girdilerden değil; bedene dair içsel sinyallerin beyin tarafından nasıl algılandığı, yorumlandığı ve düzenlendiği süreçlerden de etkilenir (Horsburgh vd., 2024). Özellikle interoseptif sistemin disfonksiyonu, otonom sinir sistemi dengesinde bozulmaya, sempatik aktivitenin görece artmasına ve parasempatik düzenlemenin azalmasına yol açabilir; bu ise ağrı algısını ve psikolojik stres tepkisini kötüleştirmektedir (Di Lernia vd., 2016).

Pranayamanın etkileri

- Yavaş solunum, nosiseptif hassasiyeti azaltır (Jayawardena vd., 2020).
- Endokanabinoid sistem üzerinden analjezik etki (Gupta vd., 2024).
- Bedensel kaygı ve felaketleştirmeyi (pain catastrophizing) azaltır (Jayawardena vd., 2020).

Klinik kullanım alanları: Fibromiyalji, boyun ve bel ağrısı, temporomandibular ağrı, migren, muskuloskeletal kronik ağrılar.

Anksiyete Bozuklukları ve Panik Döngüsü

Panik bozukluk ve yaygın anksiyete, interoseptif sinyallerin “tehdit” olarak yanlış yorumlandığı klinik durumlardır. Bu bozukluklarda OSS’nin sempatik kolu aşırı aktiftir.

Pranayamanın etkileri

- Hiperventilasyon döngüsünü kırarak panik eşiğini yükseltir.
- Barorefleks duyarlılığını artırır ve sempatik ton azalır.
- Amigdala aktivitesi düşer ve tehdit algısı zayıflar.
- Beden sinyallerini yeniden çerçevelemeyi mümkün kılar (Novaes vd., 2020).

Klinik kullanım alanları: Panik atak, sosyal anksiyete, performans kaygısı, yaygın anksiyete bozukluğu (Novaes vd., 2020).

Somatik Semptom Bozuklukları ve Psikosomatik Şikâyetler

Bu bozukluklarda interoseptif hipersensitivite, bedensel duyumların yanlış yorumlanması ve OSS dengesizliği kritik rol oynar. Somatik semptom bozuklukları ve psikosomatik yakınmaların ortaya çıkışında interoseptif hipersensitivite, bedensel duyumların yanlış ve felaketleştirici biçimde yorumlanması ile otonom sinir sistemi (OSS) dengesizliği önemli rol oynamaktadır (Wiebking & Northoff, 2014). Bu bağlamda pranayama uygulamaları, içsel duyumlara yönelik aşırı uyanıklığı azaltarak bedensel sinyallerin daha gerçekçi ve bütüncül biçimde değerlendirilmesine katkı sağlar (Harrison vd., 2021; Wiebking & Northoff, 2014). Özellikle anterior singulat korteks (ACC) ve insula arasındaki koordinasyonun güçlenmesi, bireyin beden duyumlarını daha doğru yorumlamasını destekler (Novaes vd., 2020). Ayrıca pranayama, sempatik aktiviteyi azaltıp parasempatik düzenlemeyi artırarak çarpıntı, nefes darlığı, gastrointestinal rahatsızlıklar gibi sık görülen somatik semptomların hafiflemesine yardımcı olur (Harrison vd., 2021).

Pranayamanın etkileri

Klinik kullanım alanları: Fonksiyonel kardiyak şikâyetler, gastrointestinal rahatsızlıklar, kronik yorgunluk, psikosomatik ağrılar.

Uyku Bozuklukları ve Stres Düzenlemesi

OSS'nin parasempatik kolunun güçlenmesi uyku kalitesini doğrudan etkiler. Uyku kalitesinin düzenlenmesinde otonom sinir sisteminin özellikle parasempatik kolunun güçlenmesi kritik bir rol oynar. Pranayama uygulamalarında uzamış ekshalasyonun vagal tonusu artırdığı, bunun da hem fizyolojik gevşemeyi hızlandığı hem de uykuya geçişi kolaylaştırdığı gösterilmiştir. Ayrıca düzenli pranayama pratiğinin kortizol düzeylerini azalttığı ve böylece stres kaynaklı uyarılmışlık hâlini düşürdüğü bildirilmektedir (Garg & Panda, 2024). Parasempatik etkinliğin artmasına paralel olarak çevresel gürültülere ve dış uyaranlara duyarlılıkta azalma meydana gelir; bu da uykunun sürdürülebilirliğini destekler. Pranayama ile gelişen interoseptif sakinlik, zihinsel ruminasyonun azalmasına katkıda bulunarak insomnia semptomlarının hafiflemesine önemli ölçüde yardımcı olur (Wang vd., 2020). Bu mekanizmalar göz önünde bulundurulduğunda pranayama; uykuya dalma güçlüğü, stresle ilişkili insomnia ve vardiya çalışanlarında görülen uyku bozuklukları gibi klinik tablolar için tamamlayıcı bir müdahale niteliği taşımaktadır (Garg & Panda, 2024; Wang vd., 2020).

Klinik kullanım alanları: Uykuya dalma güçlüğü, stres kaynaklı insomnia, vardiya çalışanlarında uyku bozukluğu.

Sporcularda Performans, Odaklanma ve Sınav Kaygısı

Sporcularda fiziksel, zihinsel ve psikomotor performans açısından yüksek düzeyde interoseptif uyarılma ihtiyaç duyarlar. Pranayama uygulamaları, diyafragmatik nefes, uzun ekshalasyon ve ritmik nefes teknikleri yoluyla otonom ve merkezi sinir sistemi süreçlerini etkiler. Bu uygulamalar, prefrontal korteks ve amigdala arasındaki dengeyi düzenleyerek kaygıyı azaltır, dikkat odağını ve mental

netliği artırır (Saini vd., 2025). Ayrıca, kalp atım değişkenliğini (HRV) yükselterek parasempatik tonusu güçlendirir, bu sayede stres toleransı ve toparlanma kapasitesi gelişir (Saini vd., 2025). Pranayama, özellikle yüksek dikkat ve duyuşal farkındalık gerektiren spor müsabakaları, müsabaka öncesi kaygı yönetimi ve dayanıklılık sporlarında etkili bir tamamlayıcı yöntem olarak kullanılabilir (Saraswati vd., 2024). Nefesin düzenlenmesi solunum sistemini genel motor performansı maksimum seviyede etkiler. Seltmann ve ark. yaptıkları çalışmada 3 haftalık yogik nefes pratiği VO₂max testleri, akciğer fonksiyonları (FVC, FEV1) ve koşu/performans toleransı üzerinde iyileşmeleri rapor etmişlerdir (Seltmann vd., 2020).

Uygulamalı alanlar: Spor müsabakaları, sınav kaygısı, konser performansı, yüksek dikkat gerektiren görevler.

Rehabilitasyon Süreçlerinde İnteroseptif Eğitim

Fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında, pranayama uygulamaları, sensörimotor entegrasyonu destekleyen tamamlayıcı bir araç olarak kullanılmaktadır. Pranayama, diyafragmatik nefes kontrolü yoluyla postüral stabiliteyi modüle eder ve kronik ağrı durumlarında otonom sinir sistemini sakinleştirerek kas tonusunu düzenler (Masroor vd., 2023). Bu süreç, hastalarda hareket korkusu (kinesiofobi) ve beden farkındalığı sorunlarının azalmasına katkıda bulunur. Ayrıca, pranayama uygulamaları vestibüler ve oculomotor rehabilitasyon ile kombine edildiğinde denge ve motor kontrol üzerinde ek fayda sağlayabilir, böylece fonksiyonel kapasite ve günlük yaşam aktivitelerindeki performans artışı desteklenmiş olur (Apeksha vd., 2024).

Kanıtı Dayalı Pranayama Protokolleri

Pranayama teknikleri; solunum frekansı, inspirasyon/ekspirasyon oranı, glottal daralma, ses üretimi, nazal hava akışı ve ritmik kontrol gibi benzersiz özellikler içerir. Bu özellikler fizyolojik sistemlerle

doğrudan etkileşime girerek vagal ton, barorefleks, HRV, kortizol düzeyi, limbik aktivasyon ve interoseptif hassasiyet üzerinde belirgin etkiler oluşturur (Nivethitha vd., 2016). Aşağıda en çok araştırılan pranayama teknikleri detaylı şekilde ele alınmaktadır.

Nadi Shodhana (Alternate Nostril Breathing)

Nadi Shodhana pranayama uygulamasında, önce sağ burun deliği kapatılarak sol burundan nefes alınır; ardından sol burun deliği kapatılır ve sağ burundan nefes verilir. Bu döngü, karşı taraf için tekrarlanır. Tipik ritim genellikle 4–4–6 (inspirasyon – tutulma – ekspirasyon) şeklindedir ve uygulama süresi 5–10 dakika arasındadır. Bu nefes tekniği, sempatik ve parasempatik aktiviteyi dengeler, otonom sistem regülasyonunu optimize eder, barorefleks duyarlılığını artırır ve nazal hava akışı asimetrisini azaltarak serebral hemisferik aktiviteyi dengelemeye katkı sağlar (Upadhyay vd., 2023). Ayrıca kalp hızı ve kan basıncında yumuşak bir düşüş sağlayarak kardiyovasküler parametrelerin stabilizasyonuna yardımcı olur (Chakraborty vd., 2025).

Bhramari Pranayama (Humming Breath)

Ujjayi pranayama uygulamasında glottiste hafif bir daralma oluşturularak nefes alıp verirken boğazdan “yumuşak bir hışırtı” sesi çıkarılır. Ekshalasyon hafifçe uzatılır ve tipik ritim 4–6 saniye olarak uygulanır. Glottal daralma, vagal afferent uyarımını artırarak parasempatik aktiviteyi destekler (Elfahl vd., 2024).

Titresel ekshalasyon uygulaması, vagal tonusu güçlü bir şekilde artırarak parasempatik aktiviteyi destekler (Trivedi & Saboo, 2021). Bu teknik, nitrik oksit (NO) üretimini artırarak nazal hava yollarının rahatlamasına katkıda bulunur ve amigdala aktivitesini azaltarak sakinleşmeyi destekler (Devi vd., 2025). Ayrıca EEG’de alfa-teta dalgalarının artışı gözlemlenmiş, bu da zihinsel gevşeme ve dikkat odaklanmasıyla ilişkili olarak yorumlanmıştır.

Box Breathing (4–4–4–4)

Nefes döngüsü dört aşamadan oluşur: 4 saniye nefes alma, 4 saniye nefesi tutma, 4 saniye nefes verme ve 4 saniye nefesi tutma. Bu kare biçimli döngü genellikle 5 dakika boyunca uygulanır. Box breathing, sempatik aktiviteyi hızlı bir şekilde azaltır parasempatik aktiviteyi ise arttırmaktadır (Balban vd., 2023). Prefrontal korteksin kontrol mekanizmalarını optimize ederek dikkat, reaksiyon zamanı ve genel nörokognitif stabiliteyi iyileştirir (Chaitanya vd., 2022).

Kohorent Solunum, 5.5 nefes/dk

Dakikada 5–6 nefes alınır; inspirasyon ve ekshalasyon süreleri her biri yaklaşık 5–6 saniyedir. Bu yöntem, dünya genelinde en çok incelenen vagal solunum protokollerinden biridir. Kohorent solunum uygulamaları, kalp hızı değişkenliğinde (HRV) artışı sağlar; barorefleks ve vagal tonus senkronizasyonunu destekler (Pardo-Rodriguez vd., 2025). Ayrıca kortizol düzeylerinde belirgin düşüş gözlemlenmiştir.

Dirençli Ekshalasyon Nefes Egzersizi

Nefes burundan alınır ve dudaklar büzülerek uzun, kontrollü bir ekshalasyon gerçekleştirilir. İdeal oran inspirasyon/ekspirasyon 1:2’dir. Uzamış ekshalasyon vagal aktiviteyi dramatik şekilde artırır ve sempatik “yüksek alarm” durumunu hızlıca azaltır. Ekshalasyon sırasında akciğerlerde pozitif basınç oluşması, hava yollarının açılmasına yardımcı olur ve solunum verimliliğini iyileştirir (Tripathi & Pramanik, 2025).

Kapalabhati (Hızlı Ekshalasyon, İleri Düzey)

Kapalabhati, hızlı ve ritmik ekshalasyonlara dayalı bir pranayama tekniğidir ve yalnızca deneyimli uygulayıcılar için önerilmektedir. Fizyolojik olarak, bu teknik hafif sempatik aktivasyonu artırırken, prefrontal kortekste uyanıklık ve dikkat seviyelerinde yükselmeye yol açar. Ayrıca, solunum kaslarının güçlenmesine katkı sağlayarak respiratuvar kapasite ve ventilasyon etkinliğini destekler (Malhotra vd., 2024).

TARTIŞMA

Bu bölümde interosepsiyon, otonom sinir sistemi (OSS) regülasyonu ve pranayama arasındaki çok katmanlı ilişki güncel nörobilim ve klinik literatür ışığında değerlendirilmiştir. Bulgular, pranayamanın yalnızca solunum mekaniğini değil; aynı zamanda afferent visseral sinyalleri, kortikal-duygusal ağları ve nöroendokrin sistemleri etkileyen bütüncül bir düzenleme stratejisi olduğunu göstermektedir. Bu bütüncül yapı, pranayama uygulamalarının psikolojik ve fizyolojik davranış çıktılarında etkili olduğunu açıklayan temel bir çerçeve sunmaktadır.

İnteroseptif Kalibrasyon ve OSS Regülasyonu Arasındaki Bağlantı

Tartışmanın merkezinde, interoseptif doğruluğun OSS'nin sempatovagal dengesi üzerindeki belirleyici rolü yer almaktadır. Posterior ve anterior insula, ACC ve beyin sapı çekirdeklerinin oluşturduğu interoseptif ağ; visseral afferent sinyalleri bütüncül bir duygusal ve davranışsal yanıt hâline getirir. Pranayama uygulamalarının bu ağdaki hassasiyeti azaltarak tahmin-hata döngüsünü stabilize ettiği görülmektedir (Zsembik vd., 2025).

Yavaş nefes, özellikle ekshalasyonun uzatılmasıyla barorefleks duyarlılığı artırır ve parasempatik aktiviteyi güçlendirir. Bu mekanizma, bedensel duyumların “tehdit” yerine “güvenlik” olarak yeniden kodlanmasına yardımcı olur. Dolayısıyla pranayama yalnızca bir nefes egzersizi değil, interoseptif sistemin yeniden kalibrasyonunu sağlayan nörofizyolojik bir müdahaledir.

Limbik Modülasyon ve Duygusal Düzenleme

Pranayamanın amigdala aktivitesi üzerindeki düzenleyici etkisi, kaygı, panik ve travma odaklı klinik gruplarda belirgin avantaj sağlamaktadır. Limbik sistemin aşırı uyarılmış olduğu durumlarda interoseptif duyumlar yanlış yorumlanabilir; çarpıntı, nefes darlığı veya sıcaklık hissi tehdit olarak algılanabilir. Yavaş ve ritmik

solunum bu döngüyü kırarak limbik aktiviteyi normalleştirir (Saltafossi vd., 2025). İlerleyen dönemde prefrontal korteksin (PFC) inhibitor kontrolünün güçlenmesi, duygusal regülasyon ve bilişsel esnekliği artırır.

Bu nedenle pranayama, hem alt-üst (bottom-up) hem de üst-alt (top-down) düzenleme mekanizmalarını aynı anda etkileyen nadir uygulamalardandır (Lazzarelli vd., 2024).

Literatürün Güçlü Yanları

Mevcut araştırmalar çeşitli açılardan tutarlı bulgular sunmaktadır:

- OSS etkileri
- HRV artışı
- Barorefleks iyileşmesi
- Limbik sakinleşme
- Kortizol düşüşü
- EEG’de alfa-teta artışı

Bu bulgular farklı popülasyonlarda tekrarlanabilir sonuçlar vermiştir: anksiyete bozuklukları, uyku problemleri, kronik ağrı, hipertansiyon, sporcular ve öğrenciler gibi geniş bir yelpazede etkiler tutarlıdır (Abelson vd., 2010; Chetry vd., 2024; Xiong vd., 2025). Ayrıca pranayamanın yan etki profilinin son derece düşük olması, klinik müdahalelerde güvenli bir tamamlayıcı yaklaşım olarak kullanılmasını desteklemektedir.

Literatürün Sınırlılıkları

Buna karşın bazı önemli metodolojik ve kavramsal sınırlar bulunmaktadır:

Protokol heterojenliği: Farklı çalışmalarda nefes oranları, süre, teknik ismi ve uygulama şekli değişmekte; bu da meta-analizlerin karşılaştırılabilirliğini azaltmaktadır.

Objektif interosepsiyon ölçümleri yetersiz: MAIA, IAQ gibi öz-bildirim ölçekleri yaygın ancak tek başına yeterli değildir.

HRV ile interoseptif doğruluk arasındaki ilişki hâlen tartışmalıdır.

Kontrollü randomize çalışmaların azlığı: Birçok çalışma küçük örneklemeler veya tek grup pre-post tasarımlarla yapılmıştır.

Nörogörüntüleme çalışmalarının sayısı sınırlı

fMRI ve EEG çalışmalarındaki örneklem boyutu düşük ve sonuçlar heterojendir.

Klinik alt gruplar arasındaki farklılıklar

Örneğin panik bozukluk, travma sonrası stres bozukluğu ve somatik semptom bozukluklarında farklı interoseptif paternler görülür; ancak çalışmalar genellikle bunları ayırt etmemektedir. Bu sınırlılıklar, alanda güçlü bir kuramsal çerçeve olduğuna rağmen daha sistematik çalışmaların gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Gelecek Araştırma Önerileri

Bu kitap bölümünün sentezine dayanarak gelecek çalışmalar için birkaç kritik öneri sunulabilir:

Standartlaştırılmış pranayama protokolleri

Yavaş solunum, Ujjayi, Bhramari gibi teknikler için süre, ritim ve yoğunluk standartlaştırılmalıdır.

Nörogörüntüleme entegrasyonlu çalışmalar

fMRI beyin aktivitesini, HRV otonom sinir sistemi durumunu ve davranışların analiz yapıldığı ölçümler (görev performansı, öz-bildirim) zihinsel/bedensel süreçlerin zamanlamasını ve etkileşimini doğrudan eşleştirir.

İnteroseptif alt tiplere göre gruplama

İnteroseptif hipersensitivite, interoseptif kaçınma ve düşük interoseptif doğruluk gibi interosepsiyon alt tipleri, farklı nörofizyolojik ve duygusal işleme profillerine sahip olduklarından, pranayama uygulamalarına verdikleri yanıtların da heterojen olması beklenir. Bu alt gruplar, bedensel sinyal yoğunluğu, sinyal yorumlama biçimi ve dikkat yönelimi açısından farklılık gösterdiği için; vagal modülasyon, otonom denge ve subjektif içsel

farkındalık üzerindeki pranayama etkileri alt tipe özgü değişken paternler sergileyebilir.

Klinik popülasyonlarda uzun dönem takip

3–6–12 aylık takiplerle uygulamaların sürdürülebilir etkileri incelenmelidir.

Nöroendokrin düzeyde ayrıntılı analiz

Kortizol, oksitosin, endokanabinoid ve sitokin düzeyleri birlikte değerlendirilmelidir. Bu doğrultuda pranayama, hem nörobilim hem klinik bilimler hem de psikofizyoloji alanında disiplinler arası araştırmalar için ideal bir model sunmaktadır.

GENEL DEĞERLENDİRME

Genel olarak, pranayama interoseptif farkındalık, OSS regülasyonu ve duygusal stabiliteyi eş zamanlı etkileyerek çok katmanlı bir bütüncül değişim yaratmaktadır. Bu özellikleri nedeniyle klinik rehabilitasyon, psikoterapi, travma çalışmaları, sporcu performansı, uyku bozuklukları ve kronik ağrı yönetiminde etkili bir tamamlayıcı yaklaşım olarak öne çıkmaktadır.

Bununla birlikte literatürün metodolojik heterojenliği, interoseptif ölçümlerdeki sınırlılıklar ve uzun dönem takip eksiklikleri alanın gelişime açık olduğunu göstermektedir. Daha bütüncül, nörogörüntüleme destekli ve standardize protokollerle yapılacak ileri çalışmalar, pranayamanın biyopsikofizyolojik etkilerini daha net ortaya koyacaktır.

SONUÇ

Bu kitap bölümü, interosepsiyon, otonom sinir sistemi (OSS) regülasyonu ve pranayama arasındaki çok katmanlı etkileşimi bütüncül bir nörobilimsel bakış açısıyla değerlendirmiştir. Bulgular, pranayamanın sadece solunumu düzenleyen bir teknik olmanın ötesinde; visseral afferent iletimi, OSS'nin sempatovagal dengesi, limbik aktivite, nöroendokrin yanıtlar ve bilişsel-duygusal süreçler

üzerinde belirgin düzenleyici etkiler yaratan kompleks bir biyopsikofizyolojik müdahale olduğunu göstermektedir.

Pranayamanın yavaş ve ritmik yapısı, interoseptif sinyallerin öngörülebilirliğini artırarak beyin tarafından daha doğru tahminlerle işlenmesine katkı sağlamakta; bu süreç tehdit algısının azalması, sakinlik hissinin artması ve duygusal esnekliğin güçlenmesiyle sonuçlanmaktadır. Barorefleks duyarlılığının yükselmesi, HRV artışı ve vagal tonun belirgin şekilde güçlenmesi, pranayamanın OSS merkezli fizyolojik etkilerini açıklayan temel mekanizmalardır.

Klinik açıdan bakıldığında pranayama; anksiyete bozuklukları, panik atak, somatik semptom bozuklukları, kronik ağrı, uyku problemleri, stres yönetimi, travma sonrası regülasyon ve rehabilitasyon süreçlerinde etkili ve güvenli bir tamamlayıcı yöntem olarak öne çıkmaktadır. Ayrıca sporcularda performans optimizasyonu, odaklanma, postüral kontrol ve zihinsel dayanıklılık üzerinde de anlamlı katkılar sunmaktadır. Tüm bu bilgilerle birlikte literatürdeki metodolojik heterojenlik, interosepsiyon ölçüm araçlarının sınırlılıkları, nörogörüntüleme çalışmalarının azlığı ve protokol çeşitliliği, alanın daha bütüncül ve standardize çalışmalara ihtiyaç duyduğunu işaret etmektedir. Gelecek araştırmaların multimetod yaklaşımlarla (HRV, fMRI, endokrin belirteçler, davranışsal ölçümler) desteklenmesi, pranayamanın etkilerini daha yüksek bilimsel hassasiyetle ortaya koyacaktır. Genel olarak pranayama, beden-zihin bütünlüğünü güçlendiren, interoseptif farkındalığı artıran ve OSS regülasyonunu destekleyen çok boyutlu bir uygulamadır. Bu nedenle modern klinik uygulamalarda, nörobilimsel temeli güçlü bir tamamlayıcı müdahale olarak değerlendirilmeli ve farklı sağlık alanlarında bütüncül yaklaşımların bir parçası olarak kullanılmalıdır.

KAYNAKÇA

Abelson, J. L., Khan, S., & Giardino, N. (2010). HPA axis, respiration and the airways in stress—A review in search of

intersections. *Biological psychology*, 84(1), 57-65.
<https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2010.01.021>

Anasuya, B., Deepak, K. K., Jaryal, A. K., & Narang, R. (2020). Effect of slow breathing on autonomic tone & Baroreflex sensitivity in yoga practitioners. *The Indian Journal of Medical Research*, 152(6), 638-647. https://doi.org/10.4103/ijmr.IJMR_559_19

Apeksha, K., Shetty, H. N., Bhargav, H., Jasti, L. N., Basavaraj, B. M., Aparna, T. H., & Revanna, N. (2024). Effect of short-term yoga training on cervical and ocular vestibular evoked myogenic potentials in healthy adults. *Indian Journal of Otology*, 30(1), 65. https://doi.org/10.4103/indianjotol.indianjotol_39_23

Balban, M. Y., Neri, E., Kogon, M. M., Weed, L., Nouriani, B., Jo, B., Holl, G., Zeitzer, J. M., Spiegel, D., & Huberman, A. D. (2023). Brief structured respiration practices enhance mood and reduce physiological arousal. *Cell Reports. Medicine*, 4(1), 100895. <https://doi.org/10.1016/j.xcrm.2022.100895>

Berntson, G. G., & Khalsa, S. S. (2021). Neural circuits of interoception. *Trends in Neurosciences*, 44(1), 17-28. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2020.09.011>

Bhargav, H., Mehta, U., Kumar, A., Subramanian, S., & Keshavan, M. S. (2025). Breathing and the brain: Pranayama, an ancient self-directed approach to neuromodulation. *Asian Journal of Psychiatry*, 104788. <https://doi.org/10.1016/j.ajp.2025.104788>

Candia-Rivera, D., Engelen, T., Babo-Rebelo, M., & Salamone, P. C. (2024). Interoception, network physiology and the emergence of bodily self-awareness. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 165, 105864. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2024.105864>

Chaitanya, S., Datta, A., Bhandari, B., & Sharma, V. K. (2022). Effect of resonance breathing on heart rate variability and cognitive

functions in young adults: A randomised controlled study. *Cureus*, 14(2), e22187. <https://doi.org/10.7759/cureus.22187>

Chakraborty, H., Vinay, A. V., Sindhu, R., & Sinha, R. (2025). Exploring the immediate effects of Nadi Shuddhi pranayama on heart rate variability among young adults. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 50(3), 525-533. <https://doi.org/10.1007/s10484-025-09710-4>

Chetry, D., Chhetri, A., Rajak, D. K., Rathore, V., & Gupta, A. (2024). Exploring the health benefits of bhrumari pranayama (humming bee breathing): A comprehensive literature review. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 68(1), 71-85. https://doi.org/10.25259/IJPP_325_2023

Chiang, J.-K., Lin, Y.-C., Hung, T.-Y., Kao, H.-H., Kao, Y.-H., Chiang, J.-K., Lin, Y.-C., Hung, T.-Y., Kao, H.-H., & Kao, Y.-H. (2024). The impact on autonomic nervous system activity during and following exercise in adults: A meta-regression study and trial sequential analysis. *Medicina*, 60(8), 1223. <https://doi.org/10.3390/medicina60081223>

Devi, P., Sagare, S. S., Sharma, M., & Sharma, A. (2025). Effect of bee-humming breathing (bhrumari pranayama) and alternate nostril breathing (nadishudhi pranayama) on the level of concentration: A randomized controlled trial. *Journal of Research in Ayurvedic Sciences*, 9(5), 190-196. https://doi.org/10.4103/jras.jras_416_24

Dhanvijay, A. K., Dhokane, N., Gm, B., Chandan, L., Kumari, A., Pinjar, M. J., & Ganguly, A. (2025). Effect of 12 weeks practice of slow breathing pranayama on cardiac autonomic balance in healthy young volunteers. *International Physiology*, 13(1), 15-21. <https://doi.org/10.21088/ip.2347.1506.13125.2>

Di Lernia, D., Serino, S., & Riva, G. (2016). Pain in the body. Altered interoception in chronic pain conditions: A systematic review.

Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 71, 328-341.
<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.09.015>

Dwivedi, K. (2025). A new perspective of focused inhalation on cognitive functions. *Journal of Family Medicine and Community Health*, 12(1), 1-7. <https://doi.org/10.47739/2379-0547/1208>

Elfahl, A. M. A., El Ebrashy, M. H., Saleh, M. S. M., & Abd El Monem, M. (2024). Ujjayi pranayama in systemic lupus women: Randomized-controlled effect on cortisol, stress, depression, anxiety, and fatigue. *Physiotherapy Quarterly*, 32(3), 21-28.
<https://doi.org/10.5114/pq/170941>

Garg, N., & Panda, S. K. (2024). Clinical efficacy of Bhramari pranayama on serum cortisol in Anidra (insomnia). *Journal of Ayurveda*, 18(4), 261-266. https://doi.org/10.4103/joa.joa_144_23

Gibbons, C. H. (2019). Basics of autonomic nervous system function. In K. H. Levin & P. Chauvel (Eds.), *Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 160, pp. 407–418). Elsevier.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444640321000278>

Gnall, K. E., Sinnott, S. M., Laumann, L. E., Park, C. L., David, A., & Emrich, M. (2024). Changes in interoception in mind-body therapies for chronic pain: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Medicine*, 31(6), 833-847.
<https://doi.org/10.1007/s12529-023-10249-z>

Greenwood, B. M., & Garfinkel, S. N. (2025). Interoceptive mechanisms and emotional processing. *Annual Review of Psychology*, 76(Volume 76, 2025), 59-86.
<https://doi.org/10.1146/annurev-psych-020924-125202>

Gupta, S., Bharatha, A., Cohall, D., Rahman, S., Haque, M., & Majumder, M. A. A. (2024). Aerobic exercise and

endocannabinoids: A narrative review of stress regulation and brain reward systems. *Cureus*, 16(3), e55468. <https://doi.org/10.7759/cureus.55468>

Hamasaki, H. (2020). Effects of diaphragmatic Breathing on health: A narrative review. *Medicines*, 7(10), 65. <https://doi.org/10.3390/medicines7100065>

Harrison, O. K., Köchli, L., Marino, S., Luechinger, R., Hennel, F., Brand, K., Hess, A. J., Frässle, S., Iglesias, S., Vinckier, F., Petzschnner, F. H., Harrison, S. J., & Stephan, K. E. (2021). Interoception of breathing and its relationship with anxiety. *Neuron*, 109(24), 4080-4093.e8. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2021.09.045>

Horsburgh, A., Summers, S. J., Lewis, A., Keegan, R. J., & Flood, A. (2024). The relationship between pain and interoception: A systematic review and meta-analysis. *The Journal of Pain*, 25(7), 104476. <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2024.01.341>

Huang, T. X., Wang, S., & Ran, C. (2025). Interoceptive processing in the nucleus of the solitary tract. *Current Opinion in Neurobiology*, 93, 103021. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2025.103021>

Iwabe, T., Miyakawa, A., Kodama, S., & Yoshida, S. (2025). Slow-paced breathing reduces anxiety and enhances midfrontal alpha asymmetry, buffering responses to aversive visual stimuli. *Frontiers in Human Neuroscience*, 19. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2025.1605862>

Jayawardena, R., Ranasinghe, P., Ranawaka, H., Gamage, N., Dissanayake, D., & Misra, A. (2020). Exploring the therapeutic benefits of pranayama (yogic breathing): A systematic review. *International Journal of Yoga*, 13(2), 99-110. https://doi.org/10.4103/ijoy.IJOY_37_19

Jerath, R., Edry, J. W., Barnes, V. A., & Jerath, V. (2006). Physiology of long pranayamic breathing: Neural respiratory elements may provide a mechanism that explains how slow deep breathing shifts the autonomic nervous system. *Medical Hypotheses*, 67(3), 566-571. <https://doi.org/10.1016/j.mehy.2006.02.042>

Kim, T., Shin, M., & Woo, M. (2025). Autonomic nervous system activity in response to stress and cardiac coherence breathing exercise depending on body composition differences. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 23(1), 40-56. <https://doi.org/10.1080/1612197X.2023.2287505>

Kimura, B. J., Dalugdugan, R., Gilcrease, G. W., III, Phan, J. N., Showalter, B. K., & Wolfson, T. (2011). The effect of breathing manner on inferior vena caval diameter. *European Journal of Echocardiography*, 12(2), 120-123. <https://doi.org/10.1093/ejehocard/jeq157>

Kishimoto, T., Hao, X., & Bai, Q. (2025). The unique autonomic signatures of savoring meditation for anxiety reduction: A pilot randomized controlled trial. *Journal of Anxiety Disorders*, 113, 103024. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2025.103024>

Kocjan, J., Gzik-Zroska, B., Nowakowska, K., Burkacki, M., Suchoń, S., Michnik, R., Czyżewski, D., & Adamek, M. (2018). Impact of diaphragm function parameters on balance maintenance. *PLOS ONE*, 13(12), e0208697. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0208697>

Kumar, N., & Pradhan, B. (2017). Immediate role of two yoga-based breathing techniques on state anxiety in patients with anxiety disorder: A self-as-control pilot study. *Journal of Applied Consciousness Studies*, 5(1), 18-23. https://doi.org/10.4103/ijny.ijoyppp_9_16

Lazzarelli, A., Scafuto, F., Crescentini, C., Matiz, A., Orrù, G., Ciacchini, R., Alfi, G., Gemignani, A., Conversano, C., Lazzarelli, A., Scafuto, F., Crescentini, C., Matiz, A., Orrù, G., Ciacchini, R., Alfi, G., Gemignani, A., & Conversano, C. (2024). Interoceptive ability and emotion regulation in mind–body interventions: An integrative review. *Behavioral Sciences*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/bs14111107>

Leganés-Fonteneau, M., Bates, M. E., Muzumdar, N., Pawlak, A., Islam, S., Vaschillo, E., & Buckman, J. F. (2021). Cardiovascular mechanisms of interoceptive awareness: Effects of resonance breathing. *International Journal of Psychophysiology*, 169(1), 71–87. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2021.09.003>

Liu, H., Wiedman, C. M., Lovelace-Chandler, V., Gong, S., & Salem, Y. (2024). Deep diaphragmatic breathing—Anatomical and biomechanical consideration. *Journal of Holistic Nursing*, 42(1), 90–103. <https://doi.org/10.1177/08980101221149866>

Low, P. A., & Tomalia, V. A. (2015). Orthostatic Hypotension: Mechanisms, causes, management. *Journal of Clinical Neurology (Seoul, Korea)*, 11(3), 220–226. <https://doi.org/10.3988/jcn.2015.11.3.220>

Malhotra, V., Jiwane, R., & Cidral-Filho, F. J. (2024). Comparative analysis of the effects of exercise and Kapalbhathi Pranayama on heart rate variability and electroencephalogram activity: Unveiling physiological and cognitive insights. *Mymensingh Medical Journal: MMJ*, 33(3), 897–907.

Malhotra, V., Srivastava, R., Parasuraman, P., Javed, D., Wakode, S., Thakare, A., Sampath, A., & Kumari, A. (2022). Immediate autonomic changes during right nostril breathing and left nostril breathing in regular yoga practitioners. *Journal of Education and*

Maric, V., Ramanathan, D., & Mishra, J. (2020). Respiratory regulation & interactions with neuro-cognitive circuitry. *Neuroscience and biobehavioral reviews, 112*, 95-106. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2020.02.001>

Masroor, S., Tanwar, T., Aldabbas, M., Iram, I., & Veqar, Z. (2023). Effect of adding diaphragmatic breathing exercises to core stabilization exercises on pain, muscle activity, disability, and sleep quality in patients with chronic low back pain: A randomized control trial. *Journal of Chiropractic Medicine, 22*(4), 275-283. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2023.07.001>

Modell, H., Cliff, W., Michael, J., McFarland, J., Wenderoth, M. P., & Wright, A. (2015). A physiologist's view of homeostasis. *Advances in Physiology Education, 39*(4), 259-266. <https://doi.org/10.1152/advan.00107.2015>

Mondal, S. (2024). Proposed physiological mechanisms of pranayama: A discussion. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine, 15*(1), 100877. <https://doi.org/10.1016/j.jaim.2023.100877>

Mütze, C., Mitzinger, D., & Haller, H. (2025). Effectiveness of pranayama for mental disorders: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Psychiatry, 16*, 1616996. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2025.1616996>

Nivethitha, L., Manjunath, N. K., & Mooventhan, A. (2017). Heart rate variability changes during and after the practice of bhramari pranayama. *International Journal of Yoga, 10*(2), 99-102. <https://doi.org/10.4103/0973-6131.205518>

Nivethitha, L., Mooventhan, A., & Manjunath, N. (2016). Effects of various prāṇāyāma on cardiovascular and autonomic variables. *Ancient Science of Life*, 36(2), 72-77. https://doi.org/10.4103/asl.ASL_178_16

Noble, D. J., & Hochman, S. (2019). Hypothesis: Pulmonary afferent activity patterns during slow, deep breathing contribute to the neural induction of physiological relaxation. *Frontiers in physiology*, 10, 1176. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01176>

Novaes, M. M., Palhano-Fontes, F., Onias, H., Andrade, K. C., Lobão-Soares, B., Arruda-Sanchez, T., Kozasa, E. H., Santaella, D. F., & de Araujo, D. B. (2020). Effects of yoga respiratory practice (Bhastrika pranayama) on anxiety, affect, and brain functional connectivity and activity: A randomized controlled trial. *Frontiers in Psychiatry*, 11, 467. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2020.00467>

Oka, G. A., Deshmukh, K., Halder, P., Ilanchoorian, D., & Gandhi, A. P. (2025). A systematic review and meta-analysis to determine the effect of pranayama in reducing anxiety and stress in adolescents. *International Journal of Adolescent Medicine and Health*, 37(4), 229-237. <https://doi.org/10.1515/ijamh-2025-0094>

Oliveira, M., da-Silva, M., Carvalho, L., Ribeiro-Carreira, A., Pereira, A. R., Sampaio, A., Coutinho, J., & González-Villar, A. J. (2025). Interplay between cortical and neurocardiac interoceptive processes and its association with self-reported interoceptive sensibility. *Brain Topography*, 38(4), 48. <https://doi.org/10.1007/s10548-025-01122-1>

Owens, A. P., Allen, M., Ondobaka, S., & Friston, K. J. (2018). Interoceptive inference: From computational neuroscience to clinic. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 90, 174-183. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2018.04.017>

Paciorek, A., & Skora, L. (2020). Vagus nerve stimulation as a gateway to interoception. *Frontiers in Psychology*, 11, 1659. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01659>

Pang, Y., Tse, B., Liu, W., & Yang, Q. (2025). The relationship between mindfulness and cognitive reappraisal: The mediating role of emotional and interoceptive awareness. *Cognitive Processing*, 26(2), 247-256. <https://doi.org/10.1007/s10339-024-01246-5>

Pardo-Rodriguez, M., Bojorges-Valdez, E., Arias-Carrion, O., & Yanez-Suarez, O. (2025). Conscious breathing enhances bidirectional cortical-autonomic modulation: Dynamics of EEG band power and heart rate variability. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 19, 1650475. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2025.1650475>

Porges, S. W. (2021). Polyvagal theory: A biobehavioral journey to sociality. *Comprehensive Psychoneuroendocrinology*, 7, 100069. <https://doi.org/10.1016/j.cpnec.2021.100069>

Rodriguez-Rozada, S., & Tovote, P. (2025). Central regulation of cardio-behavioral responses: Circuit engagement during aversive emotional states. *Current Opinion in Neurobiology*, 94, 103105. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2025.103105>

Saini, D. M., Lamba, D. P. chand, Joshi, D. D., & Gupta, D. H. (2025). Integrating yoga into sports physiology: Effects on heart rate variability and autonomic function testing for athletic performance enhancement. *Journal of Population Therapeutics and Clinical Pharmacology*, 32(2), 813-822. <https://doi.org/10.53555/4b96vh93>

Salah, H. M., Goldberg, L. R., Molinger, J., Felker, G. M., Applefeld, W., Rassaf, T., Tedford, R. J., Mirro, M., Cleland, J. G. F., & Fudim, M. (2022). Diaphragmatic function in cardiovascular disease: JACC review topic of the week. *Journal of the American College of*

Cardiology, 80(17), 1647-1659.
<https://doi.org/10.1016/j.jacc.2022.08.760>

Saltafossi, M., Heck, D., Kluger, D. S., & Varga, S. (2025). Common threads: Altered interoceptive processes across affective and anxiety disorders. *Journal of Affective Disorders*, 369, 244-254.
<https://doi.org/10.1016/j.jad.2024.09.135>

Saraswati, P., Kanaujia, S., & Chandra Kapri, B. (2024). The impact of yoga on athletes' mental well-being: An experimental study. *Cureus*, 16(8), e66044. <https://doi.org/10.7759/cureus.66044>

Seltmann, C. L., Killen, L. G., Green, J. M., O'Neal, E. K., Swain, J. C., & Frisbie, C. M. (2020). The effects of 3 weeks yogic breathing practice on ventilation and running economy. *International Journal of Exercise Science*, 13(2), 62-74.
<https://doi.org/10.70252/XHAG4754>

Strigo, I. A., & Craig, A. D. (Bud). (2016). Interoception, homeostatic emotions and sympathovagal balance. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 371(1708), 20160010. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0010>

Teckentrup, V., & Kroemer, N. B. (2024). Mechanisms for survival: Vagal control of goal-directed behavior. *Trends in Cognitive Sciences*, 28(3), 237-251. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2023.11.001>

Tripathi, R., & Pramanik, A. (2025). Effect of pursed-lip breathing on lung capacity and heart rate variability of healthy young adults. *Indian Journal of YOGA Exercise & Sport Science and Physical Education*, 10(1), 59-67. <https://doi.org/10.58914/ijyesspe.2025-10.1.10>

Trivedi, G. Y., & Saboo, B. (2021). Bhramari Pranayama— A simple lifestyle intervention to reduce heart rate, enhance the lung function

and immunity. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*, 12(3), 562-564. <https://doi.org/10.1016/j.jaim.2021.07.004>

Upadhyay, J., S, N. N., Shetty, S., Saoji, A. A., & Yadav, S. S. (2023). Effects of nadishodhana and bhamari pranayama on heart rate variability, auditory reaction time, and blood pressure: A randomized clinical trial in hypertensive patients. *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine*, 14(4), 100774. <https://doi.org/10.1016/j.jaim.2023.100774>

Veerakannan, S. (2025). Health Impacts of Yoga and Pranayama: A State-of-the-Art Review. *Aathiyoga Indian Journal of Ancient Medicine and Yoga*, 2(1), 18-26. <https://doi.org/10.63300/02a5wg63>

Wang, W.-L., Chen, K.-H., Pan, Y.-C., Yang, S.-N., & Chan, Y.-Y. (2020). The effect of yoga on sleep quality and insomnia in women with sleep problems: A systematic review and meta-analysis. *BMC Psychiatry*, 20(1), 195. <https://doi.org/10.1186/s12888-020-02566-4>

Wareing, L., Readman, M. R., Longo, M. R., Linkenauger, S. A., & Crawford, T. J. (2024). The utility of heart rate and heart rate variability biofeedback for the improvement of interoception across behavioural, physiological and neural outcome measures: A systematic review. *Brain Sciences*, 14(6), 579. <https://doi.org/10.3390/brainsci14060579>

Wiebking, C., & Northoff, G. (2014). Interoceptive awareness and the insula—Application of neuroimaging techniques in psychotherapy. *GSTF Journal of Psychology (JPsych)*, 1(1), 8. <https://doi.org/10.7603/s40790-014-0008-1>

Xiong, S., Peng, M., Zhao, W., Ren, J., Yao, D., Qin, Y., & Liu, T. (2025). Slow-paced breathing enhancing emotional control accompanied with the change of the ~0.1 Hz heartbeat evoked EEG. *International Journal of Clinical and Health Psychology: IJCHP*, 25(2), 100571. <https://doi.org/10.1016/j.ijchp.2025.100571>

Zaccaro, A., Piarulli, A., Melosini, L., Menicucci, D., & Gemignani, A. (2022). Neural correlates of non-ordinary states of consciousness in Pranayama practitioners: The role of slow nasal breathing. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 16, 803904. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2022.803904>

Zsembik, L., Oldroyd, P., & Chen, R. (2025). Interoceptive modulation of emotions. *Current Opinion in Neurobiology*, 92, 103049. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2025.103049>

BÖLÜM 11

MIYOFASIAL AĞRI 1.TURGUT KÜLTÜR¹

1.Giriş ve Tanım

Miyofasiyal ağrı sendromu (MPS), tanısal zorluklar nedeniyle çoğu zaman yeterince fark edilmeyen ve bu nedenle de yanlış yönetilebilen bir klinik tablodur. (Plaut,2022). Bu sendrom kaslarda tetik noktalar (trigger points, TrPs) ve bu noktalardan kaynaklı lokal ve yansıyan ağrı ile karakterizedir. Tetik noktalar, spontan ağrıya neden olan aktif ya da yalnızca palpasyon esnasında ağrı oluşturan latent formda bulunabilirler (Lam ve ark., 2024).

Myofasiyal ağrı sendromunun klinik görünümü; lokalize ağrı, kaslarda sertlik, hareket kısıtlanması, yorgunluk ile birlikte terleme, kızarma ve baş dönmesi gibi otonomik belirtilerin eşlik etmesiyle tanımlanır. Prevalans geniş aralıkta (%20–95) bildirilmektedir. En sık 27–50 yaş arası bireylerde görülmektedir. Kronik baş-boyun ağrısı, temporomandibular bozukluklar, bel ağrısı ve whiplash sonrası sendromlarda çok yaygın olarak karşımıza çıkmaktadır.Genel popülasyonda tetik noktaların yaşam boyu prevalansı %85’e kadar ulaşabilmektedir (Lam ve ark., 2024).

2. Etyoloji ve Patofizyoloji

Miyofasiyal ağrı sendromunun (MPS) patofizyolojisi tam olarak açıklığa kavuşmamış olmakla birlikte, kas liflerinde enerji metabolizmasındaki bozulma (ATP yetersizliği ve lokal iskemi) sonucu ortaya çıkan enerji krizi, motor uç plaklarda asetilkolin birikimine bağlı sürekli kasılma ve taut band oluşumu ile

¹ Do.Dr, Kırıkkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon AD., Orcid: 0000-0002-2420-5153

ilişkilendirilmektedir. Periferik ve merkezi sensitizasyon süreçleri ise ağrının yayılımını kolaylaştırarak kronikleşmesine katkıda bulunmaktadır. Sedanter yaşam tarzı, düşük hareket çeşitliliği ve postüral bozukluklar MPS gelişiminde önemli risk faktörleri olarak tanımlanmıştır. (Lam ve ark., 2024), (Plaut, 2022). Etiyolojide kas zorlanmaları, postüral bozukluklar, stres, hormonal ve metabolik faktörler öne çıkarken; patogeneizde lokal iskemi, inflamasyon ve merkezi sensitizasyon mekanizmaları tartışılmaktadır (Cao ve ark.,2021). Son yıllarda yapılan histolojik, görüntüleme ve klinik çalışmaları, fasya dokusunda görülen densifikasyon, fibrozis ve inflamatuvar değişikliklerin nosiseptif girdiyi artırarak ağrının kronikleşmesine katkıda bulunduğunu göstermektedir. Fasya, yoğun innervasyonu ve mekanosensitif özellikleri sayesinde yalnızca biyomekanik destek değil, aynı zamanda ağrı jeneratörü olarak da işlev görmektedir. Buna ek olarak fasya mobilitesindeki bozulmaların periferik nosisepsiyonu tetiklediği, bunun da merkezi sensitizasyon ve psikososyal faktörlerle etkileşerek heterojen klinik tablolar oluşturduğu ileri sürülmektedir (Gromakovskis, 2025). Fibromiyalji ile bazı benzerlikler taşısa da MPS lokal tetik noktalarla ayrılmaktadır. Ayrıca fasya dokusundaki biyomekanik bozulmalara bağlı myofibroblast kaynaklı sürekli gerilim ve yapısal değişikliklerin MPS'nin fibromiyaljiye evrilmesinde rol oynayabileceği de öne sürülmektedir. Bu bağlamda MPS ve fibromiyaljinin ayrı klinik varlıklar olarak tanımlansa da, ortak biyomekanik ve nöropsikososyal mekanizmalar üzerinden birbirine bağlanabileceği, bu yaklaşımın da daha etkili tanı ve tedavi stratejileri geliştirilmesine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir (Plaut, 2022). MPS'nin klinik olarak tetik noktalarla ilişkili lokal ve yansıyan ağrı, kas sertliği, hareket kısıtlılığı ve otonomik semptomlarla karakterize olduğu; kas aşırı kullanımı, postüral bozukluklar, sistemik metabolik faktörler ve psikososyal stresin başlıca risk etmenleri olduğu; patofizyolojide ise nöromüsküler kavşak disfonksiyonu, asetilkolin aşırı salınımı, lokal inflamatuvar

mediyatörler, merkezi sensitizasyon ve fasya densifikasyonu gibi mekanizmaların rol oynadığı da literatürde özellikle vurgulanmaktadır (Steen ve ark., 2025).

3. Tanı

Miyofasiyal ağrı sendromunun tanısında klinik muayene ile tetik noktaların palpasyonu, taut band varlığı ve ‘jump sign’ gözlemi temel bulgular arasında yer almaktadır. Tanısal süreci destekleyen objektif yöntemler arasında basınç algometresi ile basınç eşiği ölçümü, ultrasonografi ve elastografi gibi görüntüleme teknikleri bulunmaktadır. Ayırıcı tanıda ise artrit, dejeneratif disk hastalıkları, radikülopati ve fibromiyalji gibi diğer kas-iskelet sistemi ve nörolojik patolojiler dikkate alınmalıdır (Lam ve ark., 2024).

Ultrasonografinin yumuşak dokuları yüksek çözünürlükle göstermesi, kolay erişilebilirliği ve radyasyon içermemesi nedeniyle klinik pratikte en uygun yöntem olduğu; ayrıca girişimsel işlemlerde nörovasküler yapılardan kaçınmayı sağlayarak güvenliği artırdığı vurgulanmaktadır. Bir çalışmada Ultrason ile trapezius, latissimus dorsi, rhomboidler, levator scapulae, serratus posterior superior/inferior, splenius, erector spinae ve multifidus gibi kasların sistematik tarama protokolleri sunulmuş; manyetik rezonans görüntüleme ise anatomik referans olarak kullanılmıştır. Makale, tetik noktaların ve kas yapılarının doğru tanımlanmasının, hem tanısal doğruluğu hem de enjeksiyon gibi tedavi girişimlerinin etkinliğini artırdığını; ayrıca fasya ve kas dokusundaki elastisite, ekojenite ve kan akımı değişikliklerinin miyofasiyal ağrı patofizyolojisinin anlaşılmasına katkı sağladığını belirtmektedir. Sonuç olarak, bu yazıya göre ultrason ve MRG’nin birlikte kullanımı, paraspinal kasların ayrıntılı değerlendirilmesini mümkün kılarak MPS’nin daha güvenli ve hedefe yönelik tedavisine olanak tanımaktadır (Hung ve ark., 2024)

MPS'nin klinik olarak tetik noktalar, fasya kısıtlılıkları ve bölgesel ağrı ile karakterize olduğu; laboratuvar ve görüntüleme yöntemlerinin tanıda sınırlı rol oynadığı, bu nedenle klinik muayenenin temel belirleyici olduğu vurgulanmaktadır (Cao ve ark.,2021)

MPS mevcut bu tanı kriterlerinin patofizyolojik mekanizmalarla yeterince ilişkilendirilmediği de ileri sürülmektedir . Ayrıca MPS'nin klinik tanısında kullanılan tetik nokta palpasyonunun düşük güvenilirlik gösterdiği, bu nedenle objektif biyobelirteçlerin geliştirilmesine ihtiyaç olduğu belirtilmektedir. Oksidatif stres, inflamatuvar sitokinler, tetik nokta biyokimyasal ortamı, nörofizyolojik ölçümler ve görüntüleme yöntemleri (ultrason, MRI, elastografi) olası biyobelirteçler olarak tartışılmakta; periferik ve merkezi sensitizasyon ile nöroplastisite süreçlerinin MPS'nin klinik seyrinde önemli rol oynadığı ileri sürülmektedir. Biyobelirteçlerin tanı kriterlerine entegre edilmesi ve böylece mekanizma temelli, daha güvenilir ve standardize edilmiş bir tanı çerçevesi oluşturulması gerektiğini vurgulamaktadır. (Duarte ve ark., 2021)

Tanıda halen standart kriterlerin bulunmadığı, palpasyon temelli tetik nokta muayenesinin subjektifliği nedeniyle ultrason, elastografi, elektromiyografi ve algometri gibi objektif yöntemlerin araştırıldığı ifade edilmektedir (Steen ve ark., 2025).

4. Bölgesel sendromlar.

Miyofasiyal ağrı sendromu farklı anatomik bölgelerde özgün klinik tablolarla ortaya çıkabilmektedir. Servikal bölgedeki trapezius, sternokleidomastoid ve temporalis kaslarında tetik noktaların varlığı baş-boyun ağrısına yol açabilmektedir. Servikal miyofasiyal ağrı sendromu (MPS), kronik non-spesifik boyun ağrısının en sık görülen nedenlerinden biri olup iş gücü kaybı ve yaşam kalitesinde azalma ile ilişkilidir; tanıda temel yöntem klinik muayene ve tetik noktaların palpasyonu olmakla birlikte bu yaklaşım operatör

bağımlılığı nedeniyle değişkenlik göstermektedir. Ultrason (US) görüntüleme, tetik noktaların daha güvenilir şekilde lokalizasyonunu ve girişimsel işlemlerin güvenli uygulanmasını mümkün kılmaktadır. US ile hipokoik nodül ve heterojen iç yapı gibi sonografik özellikler ile B-mod ve Doppler görüntüleme sayesinde hem tetik noktalar hem de çevresindeki nörovasküler yapılar değerlendirilebilmektedir. Servikal MPS yalnızca kas kaynaklı değil, yüzeysel ve derin fasya ile spinal aksesuar ve dorsal skapular sinir gibi periferik sinirlerin de ağrı jeneratörü olarak rol aldığı kompleks bir klinik tablo sergilemektedir. US eşliğinde tetik nokta enjeksiyonları, kuru iğneleme, interfasyal bloklar ve fasyal hidrodiseksiyon gibi girişimsel yöntemler hem tanısal hem de terapötik amaçla kullanılabilen ve klinisyenlere ağrı jeneratörü temelli bir yaklaşım sunmaktadır (Lam ve ark., 2024). (Ricci ve ark., 2023)

Temporomandibular MPS, kas kökenli ağrı ile karakterize olup tetik noktaların varlığı ve mandibular hareketlerde kısıtlılık ile klinik olarak tanımlanmaktadır. Patofizyolojisi psikososyal, nörolojik ve biyolojik faktörlerin etkileşimiyle şekillenmekte; stres, depresyon, anksiyete ve bruksizm gibi durumlar merkezi sinir sistemi aracılığıyla aşırı masticatory kas aktivitesine yol açmaktadır. Bu süreç, limbik sistem, otonom sinir sistemi, endokrin ve immün mekanizmaların eş zamanlı etkisiyle kronikleşerek ağrının yayılımını ve şiddetini artırmaktadır. Tedavi yaklaşımı ise yalnızca semptomatik değil, aynı zamanda biopsikososyal profilin modülasyonunu da içermelidir. Bu bağlamda bilişsel davranışçı terapi, biofeedback, gevşeme teknikleri, uyku hijyeni ve yaşam tarzı düzenlemeleri; farmakolojik ajanlar ve enjeksiyon tedavileri ile kombine edildiğinde daha etkin sonuçlar vermektedir. Ayrıca beslenme düzeni, hidrasyon, fiziksel aktivite ve cannabidiol (CBD) yağları gibi tamamlayıcı yöntemler de tedaviye katkı sağlayabilmektedir. Dolayısıyla MPS, multidisipliner ve holistik bir

yaklaşım ile yönetilmesi gereken kompleks bir klinik tablodur. (Golanska ve ark.,2021)

Lomber bölgede quadratus lumborum ve gluteus medius kasları kaynaklı tetik noktalar bel ağrısının önemli nedenleri arasında yer almaktadır. Abdominal miyofasiyal ağrı, karın duvarındaki tetik noktalarla ilişkili olup Carnett bulgusu ile visceral kaynaklı ağrıdan ayırt edilebilmektedir. Carnett bulgusu Karın ağrısının parietal (karın duvarı kaynaklı) mı yoksa visceral (iç organ kaynaklı) mı olduğunu ayırt etmek için kullanılan bir muayene manevrasıdır. Hekim palpasyon yaparken hasta abdominal kaslarını kasar (örneğin karın duvarını germek için başını veya bacaklarını kaldırır). Eğer bu sırada ağrı artıyorsa, bulgu pozitif kabul edilir ve ağrının kaynağının karın duvarındaki miyofasiyal tetik noktalar olduğu düşünülür. Ağrı azalırsa visceral kaynaklı olma olasılığı daha yüksektir. Pelvik taban kaslarında gelişen tetik noktalar ise üriner ve jinekolojik disfonksiyonlarla bağlantılıdır. Ayrıca piriformis sendromu, siyatik sinir üzerine bası sonucu kalça ve bacak bölgesine yayılan ağrı ile karakterizedir (Lam ve ark., 2024).

MPS patofizyolojisinde İnterlökin-1 β (IL-1 β), IL-6 ve tümör nekroz faktörü- α (TNF- α) gibi proinflamatuvar sitokinlerin fibroblast ve satellit hücreler aracılığıyla kas hasarı ve rejenerasyon süreçlerini düzenlediği; bu mediyatörlerin aşırı aktivasyonunun ise nosiseptif yolları uyarak kronik ağrıya katkıda bulunduğu vurgulanmaktadır. (Leicht ve ark.,2022)

5. Tedavi:

Miyofasiyal ağrı sendromu (MAS) yönetiminde, multidisipliner ve bireyselleştirilmiş tedavi stratejilerinin benimsenmesi temel esastır. Erken tanı ve yaşam tarzı düzenlemeleri prognoz açısından kritik öneme sahiptir. Tedavi yaklaşımlarında multimodal modeller

önerilmekte; bu kapsamda fiziksel rehabilitasyon yöntemleri, farmakolojik ajanlar, enjeksiyon teknikleri ve psikososyal destek mekanizmaları entegre edilmektedir (Lam ve ark., 2024), (Steen ve ark., 2025).

Fiziksel tıp ve rehabilitasyon uygulamaları, MAS tedavisinin merkezinde yer almaktadır. Literatürde germe, güçlendirme, aerobik egzersizler ve postüral düzeltme programlarının yanı sıra; masaj, miyofasiyal gevşetme teknikleri, transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS), ultrason ve lazer uygulamaları sıklıkla tercih edilmektedir (Lam ve ark., 2024).

Özellikle TENS, ekstrakorporeal şok dalga tedavisi (ESWT), lazer, ultrason ve transkraniyal doğru akım stimülasyonu (tDCS) gibi modalitelerin; kan akımını artırma, doku oksijenlenmesini sağlama ve periferik/merkezi hiperaljeziyi azaltma mekanizmalarıyla ağrı ve yaşam kalitesi üzerinde anlamlı iyileşmeler sağladığı bildirilmektedir (He ve ark., 2023). Kinesio taping (KT) uygulamalarının ise özellikle kısa vadede (ilk 1-4 hafta) ağrı şiddetini azalttığı ve basınç ağrı eşiğini artırdığı, ancak uzun dönem etkisinin sınırlı olduğu saptanmıştır (Kandael ve ark.,2025). ESWT'nin ağrı kontrolü ve doku rejenerasyonundaki etkinliği "orta-iyi" düzeyde değerlendirilmekle birlikte, uygulama protokollerinde standardizasyon ihtiyacı devam etmektedir (Müller ve ark., 2025).

Kuru iğneleme, MAS ve buna bağlı bel ağrılarında ağrı şiddetini ve fonksiyonel kısıtlılığı azaltmada; sham iğneleme, lazer ve fizik tedavi gibi yöntemlere kıyasla daha üstün sonuçlar sunan, düşük maliyetli ve güvenli bir seçenektir (Dach ve ark.,2021). Akupunktur uygulamaları da farmakolojik yaklaşımlara kıyasla yüksek etkinlik göstermekte; VAS ve PRI skorlarında belirgin iyileşme sağlamaktadır. Özellikle akupunkturun masaj ile

kombinasyonu tedavi başarısını artırmaktadır (Xiong ve ark., 2024).

Tetik nokta enjeksiyonları (TPI), lokal anestezikler, kortikosteroidler, botulinum toksini (BoNT-A), PRP ve ozon gibi ajanlarla uygulanabilmektedir (Anwar ve ark.). Lokal anestezik enjeksiyonları güçlü kanıtlarla desteklenirken; BoNT-A'nın üst sırt bölgesi MAS tedavisindeki analjezik etkinliği konusunda literatürde heterojen sonuçlar mevcuttur (Leonardi ve ark.,2024), (Steen ve ark., 2025). Ultrason ve elastografi rehberliğinde yapılan enjeksiyonlar, komplikasyon riskini azaltarak uygulama doğruluğunu artırmaktadır (Anwar ve ark., 2024).

Farmakoterapötik seçenekler arasında NSAID'ler, kas gevşeticiler, trisiklik antidepresanlar ve SNRI'lar yer almaktadır. Ancak bazı literatürlerde bu ajanların etkinliğinin sınırlı veya belirsiz olduğu rapor edilmiştir (Steen ve ark., 2025). Topikal lidokain, diklofenak ve kapsaisin uygulamaları belirli ölçüde etkili bulunurken; opioidlerin etkinliği kanıtlanmamış, benzodiazepinlerin kullanımı ise önerilmemiştir. Tedavi sürecine bilişsel davranışçı terapi (CBT), mindfulness ve gevşeme tekniklerinin dahil edilmesi, psikososyal faktörlerin yönetimi ve tedavi başarısı açısından kritiktir (Lam ve ark., 2024).

Fasya tabakaları arasındaki mobilite kaybı, inflamasyon ve fibrozis süreçleri nosiseptif iletimi artırarak ağrıyı tetiklemektedir. Fasya biyomekaniğinin ve propriosepsiyonun anlaşılması, kişiselleştirilmiş stratejilerin geliştirilmesi için önemlidir (Langevin ve ark., 2021). Osteopatik manipülatif tedaviler (OMT), özellikle miyofasiyal gevşetme teknikleri aracılığıyla fibroblast aktivitesini düzenleyerek ve inflamatuvar belirteçleri azaltarak farmakolojik tedaviye güvenli bir alternatif sunmaktadır (Leicht ve ark.,2022).

6. Sonuç ve Öneriler

MPS, kas-iskelet ağrılarının en sık nedenlerinden biridir ve sıklıkla diğer patolojilerle birlikte görülür. Erken tanı ve multidisipliner tedavi (fiziksel, farmakolojik, psikolojik) en iyi sonuçları verir. MPS konusunda daha güçlü, uzun dönemli klinik çalışmalar gereklidir (Lam ve ark., 2024).

KAYNAKÇA

Plaut, S. (2022). Scoping review and interpretation of myofascial pain/fibromyalgia syndrome: An attempt to assemble a medical puzzle. *PloS one*, 17(2), e0263087.

Lam, C., Francio, V. T., Gustafson, K., Carroll, M., York, A., & Chadwick, A. L. (2024). Myofascial pain—A major player in musculoskeletal pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 38(1), 101944. Cao, Q. W., Peng, B. G., Wang, L., Huang, Y. Q., Jia, D. L., Jiang, H., ... & Huang, D. (2021). Expert consensus on the diagnosis and treatment of myofascial pain syndrome. *World journal of clinical cases*, 9(9), 2077.

Gromakovskis, V. (2025). Exploring fascia in myofascial pain syndrome: an integrative model of mechanisms. *Frontiers in Pain Research*, 6, 1712242.

Steen, J. P., Jaiswal, K. S., & Kumbhare, D. (2025). Myofascial pain syndrome: An update on clinical characteristics, etiopathogenesis, diagnosis, and treatment. *Muscle & Nerve*, 71(5), 889-910.

Hung, C. Y., Wang, B., Chang, H. C., Wu, W. T., Liu, P. T., Chang, K. V., ... & Özçakar, L. (2024). Pictorial essay on ultrasound and magnetic resonance imaging of paraspinal muscles for myofascial pain syndrome. *Life*, 14(4), 499.

Duarte, F. C., West, D. W., Linde, L. D., Hassan, S., & Kumbhare, D. A. (2021). Re-examining myofascial pain syndrome: Toward

biomarker development and mechanism-based diagnostic criteria. *Current rheumatology reports*, 23(8), 69.

Ricci, V., Mezian, K., Chang, K. V., Tarantino, D., Güvener, O., Gervasoni, F., ... & Özçakar, L. (2023). Ultrasound imaging and guidance for cervical myofascial pain: a narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(5), 3838.

Golanska, P., Saczuk, K., Domarecka, M., Kuć, J., & Lukomska-Szymanska, M. (2021). Temporomandibular myofascial pain syndrome—aetiology and biopsychosocial modulation. A narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(15), 7807.

Leicht, B. T., Kennedy, C., & Richardson, C. (2022). Inflammatory biochemical mediators and their role in myofascial pain and osteopathic manipulative treatment: a literature review. *Cureus*, 14(2), e22105.

He, P., Fu, W., Shao, H., Zhang, M., Xie, Z., Xiao, J., ... & Wang, Q. (2023). The effect of therapeutic physical modalities on pain, function, and quality of life in patients with myofascial pain syndrome: a systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 24(1), 376.

Kandeel, M., Marzok, M., Afzal, S., Meligy, A., Mahmoud, M., Albokhadaim, I., ... & Alhojaily, S. (2025). A systematic review and meta-analysis of the efficacy of kinesio taping for pain management and pressure pain threshold in myofascial pain syndrome. *Pain Research and Management*, 2025(1), 8881632.

Müller-Ehrenberg, H., Bonavita, J., Sun, Y., Stecco, C., & Giordani, F. (2025). The state of extracorporeal shockwave therapy for myofascial pain syndrome—A scoping review and a call for standardized protocols. *Life*, 15(10), 1501.

Dach, F., & Ferreira, K. S. (2023). Treating myofascial pain with dry needling: a systematic review for the best evidence-based practices in low back pain. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, 81(12), 1169-1178.

Xiong, J., Zhou, X., Luo, X., Gong, X., Jiang, L., Luo, Q., ... & Chi, H. (2024). Acupuncture therapy on myofascial pain syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Neurology*, 15, 1374542

Anwar, N., Wei, X., Jie, Y., Hongbo, Z., Jin, H., & Zhu, Z. (2024). Current advances in the treatment of myofascial pain syndrome with trigger point injections: A review. *Medicine*, 103(40), e39885.

Leonardi, G., Alito, A., Portaro, S., Di Matteo, B., Respizzi, S., Kon, E., & Sconza, C. (2024). Intramuscular injections of botulinum toxin for the treatment of upper back myofascial pain syndrome: A systematic review of randomized controlled trials. *European Journal of Pain*, 28(3), 369-381.

Langevin, H. M. (2021). Fascia mobility, proprioception, and myofascial pain. *Life*, 11(7), 668.

BÖLÜM 12

Author:

Dr. Mehmet Hanifi Kaya,

Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi

Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü

Kırşehir, Türkiye

ORCID: 0000-0003-4670-4794

E-mail: hnfky6@gmail.com

Telefon: +90 506 849 91 57

Corresponding Author:

Dr. Mehmet Hanifi Kaya

E-mail: hnfky6@gmail.com

Kronik Bel Ağrısında Multidisipliner Yaklaşım ve Modern Egzersiz Bilimi

1. GİRİŞ

Kronik bel ağrısı (KBA), modern tıbbın en karmaşık ve en yaygın sağlık problemlerinden biri olarak hem bireysel hem toplumsal düzeyde ciddi sonuçlara sahiptir. Dünya genelinde yetişkin nüfusun yaklaşık %80'inin yaşamı boyunca en az bir kez bel ağrısı deneyimlediği, %20–30'unun ise kronikleşmiş ağrı ile yaşadığı bilinmektedir (Hartvigsen et al., 2018). Global Burden of Disease çalışmalarına göre kronik bel ağrısı, dünya çapında engelliliğe en çok yol açan hastalıktır ve hem ekonomik hem de iş gücü kaybı açısından küresel bir yük oluşturmaktadır (Vos et al., 2020). KBA yalnızca fiziksel bir problem olarak sınırlı kalmaz; psikolojik, davranışsal, sosyal ve kişisel faktörlerin iç içe geçtiği çok boyutlu bir klinik tabloya dönüşür.

Geleneksel tıbbi modeller kronik bel ağrısını çoğunlukla biyomedikal bir perspektiften ele almış; anatomik yapı bozukluklarının ağrının tek veya temel nedeni olduğu varsayılmıştır. Ancak son 20 yılda yapılan güçlü bilimsel kanıtlar bu yaklaşımın yetersiz olduğunu, kronik bel ağrısının fiziksel bulgular ile semptom şiddeti arasında çoğu zaman zayıf bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur (Brinjikji et al., 2015). Bu nedenle modern yaklaşımlar, bel ağrısını yalnızca doku hasarı veya dejeneratif değişimlerle açıklamaktan ziyade; biyopsikososyal model çerçevesinde değerlendirmektedir.

Biyopsikososyal model, KBA'nın fiziksel faktörlere ek olarak korku-kaçınma davranışları, kineziyofobi, ağrı katastrofizasyonu, depresyon, anksiyete, stres, uyku bozuklukları, iş yeri memnuniyetsizliği, düşük öz-yeterlik ve yanlış ağrı inançları gibi psikososyal faktörlerle derin bir bağlantısı olduğunu göstermektedir (Vlaeyen & Linton, 2000; Wertli et al., 2014). Bu değişkenler bireyin ağrı deneyimini, aktivite düzeyini, egzersize uyumunu ve iyileşme sürecini doğrudan etkiler. Dolayısıyla kronik bel ağrısının etkili bir şekilde tedavi edilebilmesi için yalnızca fiziksel müdahalelerin değil, psikososyal süreçleri hedefleyen multidisipliner yaklaşımların da tedavi planına entegre edilmesi gerekir.

Kronik bel ağrısında son yıllarda önemli ölçüde gelişen bir alan da modern egzersiz bilimi ve motor kontrol rehabilitasyonudur. Bilimsel veriler, egzersizin KBA için en güçlü ve en uzun vadeli etkileri olan tedavi modalitelerinden biri olduğunu göstermektedir (Owen et al., 2020). Egzersizin etkinliği yalnızca kas kuvveti veya esnekliği artırmasından değil, aynı zamanda kortikal reorganizasyon, hareket varyabilitesinin gelişmesi, ağrı hassasiyetinin azalması, motor

kontrolün yeniden eğitimi ve öz-yeterlik artışı gibi nörofizyolojik ve davranışsal etkilerinden kaynaklanır. Bu nedenle egzersiz modern yaklaşımda yalnızca fiziksel bir aktivite değil; sinir sistemi, motor öğrenme mekanizmaları ve psikososyal faktörler üzerinde çok yönlü etkileri olan bir müdahale olarak ele alınmaktadır.

Multidisipliner tedavi modeli, fizyoterapiyi; psikoloji, tıp, ergonomi, beslenme ve davranış bilimleri ile birlikte kullanan geniş kapsamlı bir yaklaşımdır. Bu modelde tedavi yalnızca ağrının azaltılmasına değil, aynı zamanda fonksiyonelliğin artırılmasına, aktivite katılımının geliştirilmesine, işlevsel kapasitenin korunmasına, nükslerin önlenmesine ve bireyin yaşam kalitesinin artırılmasına yönelik bir süreç olarak ele alınır. Bu kapsamda pain science education (ağrı bilimi eğitimi), graded activity, graded exposure, kognitif davranışçı terapi öğeleri ve modern hareket yaklaşımları tedavinin temel yapıtaşları hâline gelmiştir (O’Sullivan, 2012).

Bu kitap bölümünde, kronik bel ağrısının epidemiyolojisinden nörofizyolojik süreçlerine, multidisipliner tedavi modellerinden modern egzersiz bilimine uzanan geniş bir perspektif sunulacaktır. Amaç; klinisyenlere, araştırmacılara ve öğrencilere hem teorik hem de uygulama açısından kanıta dayalı, güncel ve bütüncül bir kaynak sunmaktır. Bölüm boyunca kronik bel ağrısında etkili olduğu kanıtlanmış stratejiler açıklanacak, güncel rehber önerileri ile birlikte modern klinik uygulama örnekleri verilecektir

2. KRONİK BEL AĞRISININ EPİDEMİYOLOJİSİ VE KLİNİK ÖZELLİKLERİ

Kronik bel ağrısı (KBA), küresel ölçekte en yaygın görülen sağlık sorunları arasında yer almakta ve bireylerin günlük yaşam aktivitelerini, iş gücünü ve yaşam kalitesini önemli ölçüde etkilemektedir. Dünya genelinde yetişkin nüfusun üçte birinden fazlası herhangi bir dönemde bel ağrısı yaşamaktadır; bu bireylerin yaklaşık %10–20’sinde ise ağrı 12 haftadan uzun sürerek kronik hâle gelmektedir (Hoy et al., 2014). Yaşla birlikte prevalans artmakla birlikte, genç ve orta yaşlı popülasyonda da yüksek oranlarda görülmesi, KBA’nın sadece yaşlanmaya bağlı bir durum olmadığını göstermektedir.

Global Burden of Disease çalışmalarına göre kronik bel ağrısı, dünya genelinde yeti kaybına en fazla neden olan durum olarak yıllardır ilk sıralarda yer almaktadır (GBD Collaborators, 2018). Gerek gelişmiş gerekse gelişmekte olan ülkelerde hastalığın görülme sıklığında belirgin bir düşüş eğilimi yoktur; aksine yaşam tarzı değişiklikleri, sedanter davranışların artması, iş yükünün niteliğinin değişmesi ve psikososyal stres faktörleri nedeniyle prevalansın sabit kaldığı ya da arttığı bildirilmektedir.

KBA’nın klinik özellikleri oldukça heterojen olup, tek bir patolojik mekanizmayla açıklanamayacak kadar çok boyutlu bir yapıya sahiptir. Bu nedenle birçok uluslararası kılavuz, KBA’yı “spesifik olmayan bel ağrısı” kategorisinde ele alır. Spesifik olmayan KBA’da, ağrının kaynağını kesin olarak belirleyecek bir anatomik lezyon ya da patoloji çoğu zaman bulunamaz; bunun yerine ağrı, biyomekanik, nörofizyolojik ve psikososyal değişkenlerin etkileşimi sonucunda ortaya çıkar (Airaksinen et al., 2006).

Klinik olarak kronik bel ağrısı genellikle bel bölgesinde künt, yaygın, zaman zaman kalçaya veya uyluğa yansıyan ağrı şeklinde tanımlanır. Ancak ağrının şiddeti, süresi ve tetikleyicileri bireyler arasında büyük farklılıklar gösterir. Birçok hastada sabah tutukluğu, uzun süreli oturma ile artan ağrı, pozisyon değişikliği ihtiyacı, yorgunluk, uyku bozuklukları ve fiziksel aktiviteye karşı tolerans düşüklüğü görülür. Bununla birlikte, motor kontrol bozuklukları, lumbopelvik

stabilitenin zayıflaması ve kas-iskelet sistemine bağlı duyuşal-motor adaptasyonlar sık görülen ek bulgulardır (Hodges & Tucker, 2011).

Kronikleşme sürecinde önemli bir rol oynayan faktörlerden biri de ağrı hafızasıdır. Nöral plastisite mekanizmaları, tekrarlayan akut ağrı epizotlarının sinir sisteminde kalıcı değişikliklere yol açtığını ve santral sensitizasyon gelişimine katkıda bulunduğunu göstermektedir. Bu süreçte periferik mekanizmalar kadar spinal ve supraspinal seviyelerdeki değişimler de belirgindir; örneğin, primer somatosensoriyel korteksin bel bölgesine ait haritalamasında değişiklikler görülebilir (Moseley & Flor, 2012).

Klinik değerlendirmede kırmızı ve sarı bayraklar kritik öneme sahiptir. Kırmızı bayraklar ciddi patolojileri (örneğin fraktür, enfeksiyon, tümör, kauda ekina sendromu) düşündüren belirtiler iken, sarı bayraklar psikososyal risk faktörlerini (örneğin catastrophizing, korku-kaçınma davranışı, depresyon, iş memnuniyetsizliği) ifade eder. Başarılı bir klinik yönetim için her iki grup risk faktörünün erken dönemde belirlenmesi ve tedavi planının buna göre şekillendirilmesi gerekir (Delitto et al., 2012).

KBA'nın epidemiyolojisi ve klinik özellikleri, multidisipliner bir yaklaşımın zorunlu olduğunu açıkça göstermektedir. Hastalığın yüksek prevalansı ve heterojen yapısı, tek bir tedavi yönteminin tüm bireyler için etkili olamayacağını; bireyin fiziksel, psikolojik ve sosyal durumunu dikkate alan bütüncül ve kişiselleştirilmiş müdahalelerin gerekliliğini ortaya koyar. Bir sonraki bölümde, bu yaklaşımın temelini oluşturan biyopsikososyal model ayrıntılı olarak ele alınacaktır.

3. BİYOPSİKOSOSYAL MODELİN TEMELLERİ

Kronik bel ağrısının (KBA) anlaşılmasını ve yönetilmesini kökten değiştiren en önemli kavramsal dönüşüm, biyomedikal modelden biyopsikososyal modele geçiş olmuştur. Geleneksel biyomedikal model, ağrıyı esas olarak yapısal bozukluklara, doku hasarına veya anatomik değişimlere bağlayan tek yönlü bir yaklaşım ortaya koymaktaydı. Ancak son 30 yılda yapılan klinik, nörofizyolojik ve psikolojik araştırmalar kronik bel ağrısının yalnızca fiziksel nedenlerle açıklanamayacak kadar karmaşık bir olgu olduğunu göstermiştir (Engel, 1977; Gatchel et al., 2007). Biyopsikososyal model, bel ağrısının ortaya çıkışı ve sürmesinde fiziksel, psikolojik ve sosyal faktörlerin birbirine bağlı şekilde rol oynadığını vurgular. Bu bütüncül model, hem tanı hem tedavi yaklaşımını şekillendirir ve multidisipliner müdahalelerin temelini oluşturur.

3.1. Fiziksel Bileşenler: Biyomekanik ve Nörofizyolojik Süreçler

Bel ağrısının fiziksel bileşenleri; doku duyarlılığı, kas kuvvet dengesizlikleri, proprioepsiyon bozuklukları, spinal segmental instabilite, motor kontrol değişiklikleri ve santral sensitizasyon mekanizmalarını içerir. Akut yaralanmalar veya mekanik zorlanmalar ağrının başlangıcında rol oynayabilir, ancak kronikleşme süreci genellikle daha karmaşık mekanizmalarla ilişkilidir.

Modern araştırmalar, KBA'lı bireylerde motor kontrol stratejilerinin değiştiğini, hareket paternlerinin daha rijit, koruyucu ve enerjiyi daha çok tüketen bir hâle geldiğini göstermiştir (Hodges & Tucker, 2011). Lumbopelvik kas aktivasyonunda görülen adaptif veya maladaptif değişiklikler, hareket varyabilitesini azaltabilir ve ağrının sürmesine katkıda bulunabilir. Ayrıca

nöroplastisite süreçleri ağrı deneyiminin beyinde yeniden yapılanmasına yol açarak duyuşal-motor entegrasyonun bozulmasına neden olabilir (Moseley & Flor, 2012).

Bu nedenle fiziksel bileşenlerin yönetimi yalnızca kuvvetlendirme veya esneme gibi geleneksel uygulamalardan ibaret olmamalıdır; modern rehabilitasyon, motor öğrenmeyi, hareket kalitesini ve duyuşal geri bildirimi hedefleyen çok yönlü yaklaşımlar içerir.

3.2. Psikolojik Bileşenler: İnançlar, Duygular ve Davranışlar

Psikolojik faktörler, kronik bel ağrısının hem ortaya çıkışında hem de sürmesinde belirleyici bir role sahiptir. En çok araştırılan psikolojik bileşenler arasında korku-kaçınma davranışı, kineziyofobi, ağrı katastrofizasyonu, depresyon, anksiyete ve öz-yeterlik düzeyi yer alır.

Korku Kaçınma Model

Vlaeyen ve Linton'un (2000) geliştirdiği korku-kaçınma modeli, KBA'nın klinik seyrini açıklamada temel teorilerden biridir. Bu modele göre:

- Ağrı ≠ Hasar algısı
- Yanlış ağrı inançları → hareketten kaçınma
- Kaçınma → kondisyon kaybı, kas zayıflığı, daha fazla ağrı
- Artan ağrı → daha fazla korku ve kaçınma

Bu döngü tedavi edilmediğinde kronikleşme ve işlevsellik kaybı kaçınılmaz hâle gelir.

Ağrı Katastrofizasyonu

Ağrının tehdit olarak algılanması, felaketleştirilmesi ve baş edememe duygusu, kronik ağrı şiddeti ile güçlü şekilde ilişkilidir (Sullivan et al., 2001). Yüksek katastrofizasyon düzeyi:

- Ağrı algısını artırır,
- Hareketi sınırlar,
- Tedaviye uyumu azaltır,
- Rehabilitasyon sürecini olumsuz etkiler.

Öz-Yeterlik

Öz-yeterlik, bireyin ağrıyla baş edebilme kapasitesine olan inancı olarak tanımlanır. Düşük öz-yeterlik düzeyi, kötü işlevsellik ve daha yüksek engellilik ile ilişkili bulunmuştur (Jackson et al., 2014). Bu nedenle KBA tedavisinde yalnızca fiziksel kapasiteyi değil, bireyin kendine güvenini ve hareket isteğini de artırmak kritik önem taşır.

3.3. Sosyal Bileşenler: Çevresel ve Sosyoekonomik Etkenler

Kronik bel ağrısı toplumun sosyal yapısı ve bireyin yaşam ortamı ile etkileşim içindedir. Sosyal faktörler arasında:

- İş ortamı (ağır iş yükü, memnuniyetsizlik, ergonomik sorunlar)

- Aile desteği
- Sosyoekonomik düzey
- Eğitim seviyesi
- Kültürel inançlar
- Sağlık hizmetine erişim

gibi değişkenler yer alır. Örneğin, iş yerinde yüksek stres ve düşük kontrol düzeyi, KBA'nın şiddeti ve engellilik düzeyini artırmaktadır (Hoogendoorn et al., 2000). Aynı şekilde kültürel farklılıklar, ağrının ifade biçimini, yardım arama davranışını ve tedavi algısını etkileyebilir.

3.4. Biyopsikososyal Modelin Klinik Yansımaları

Biyopsikososyal yaklaşımın en önemli çıktısı, kişiselleştirilmiş ve çok boyutlu tedavi planlamasıdır. Bu model, KBA yönetiminde aşığıdaki ilkeleri vurgular:

- Ağrı tek bir nedene bağlı değildir; çok yönlü değerlendirme gereklidir.
- Psikolojik ve sosyal faktörler fiziksel belirtiler kadar önemlidir.
- Tedavi, bireyin inanışları, davranışları ve yaşıam koşulları göz önüne alınarak planlanmalıdır.
- Eğitim (pain science education), egzersiz ve davranışsal yaklaşımlar birlikte uygulanmalıdır.
- Multidisipliner ekip çalışması (fizyoterapist, psikolog, hekim, iş terapisti) uzun dönem sonuçları iyileştirir.

Bu nedenle günümüz klinik pratiğinde biyopsikososyal model, kronik bel ağrısının değerlendirilmesinde ve tedavisinde altın standart yaklaşım hâline gelmiştir.

4. KRONİK BEL AğRISINDA NÖROFİZYOLOJİK DEğİŞİKLİKLER

Kronik bel ağrısının (KBA) fizyopatolojisi yalnızca periferik dokulardaki değişikliklerle açıklanamayacak kadar karmaşıktır. Son yıllarda yapılan araştırmalar, kronik ağrının beyinde, omurilikte ve periferik sinir sisteminde çok yönlü nöroplastik değişikliklere yol atıldığını göstermiştir. Bu nörolojik adaptasyonlar ağrının şiddetini, süresini ve bireyin hareket davranışlarını doğrudan etkiler. Dolayısıyla KBA'nın mekanizmalarını anlamak, etkili tedavi stratejilerinin geliştirilmesinde kritik rol oynar.

4.1. Periferik Mekanizmalar ve Doku Duyarlılığı

Kronikleşme sürecinin erken evrelerinde periferik nosiseptörlerin sensitizasyonu önemli rol oynar. Tekrarlayan mekanik stres, inflamasyon veya mikrotravmalar, periferik sinir uçlarının duyarlılığını artırarak ağrı eşiklerini düşürebilir. Bu durum hiperaljezi ve allodiniya gibi klinik bulgularla kendini gösterebilir (Dubin & Patapoutian, 2010).

Bununla birlikte KBA'da çoğu zaman belirgin bir inflamatuvar süreç bulunmaz; dolayısıyla periferik sensitizasyon tek başına ağrının sürmesine neden olmaz. Aksine, periferik girdinin azalmasına rağmen ağrı devam edebilir, bu da daha merkezi mekanizmaların rolünü vurgular.

4.2. Santral Sensitizasyon

Santral sensitizasyon, omurilik dorsal boynuzundaki nöronların aşırı uyarılabilir hâle gelmesi ve ağrı ile ilgili sinyallere karşı hassasiyetin artması ile karakterizedir. Bu durum:

- Normalde ağrı oluşturmeyen uyarıların ağrılı algılanması (allodiniya),
- Ağrılı uyarılara aşırı yanıt (hiperaljezi),
- Yaygın ve süregelen ağrı deneyimi

gibi bulgularla kendini gösterir (Woolf, 2011).

Kronik bel ağrısında santral sensitizasyonun varlığı, tedavinin yalnızca lokal dokulara odaklanmasının etkisiz kalabileceğini gösterir. Bu hastalarda nöromodülasyon, eğitim ve duyuusal yeniden işleme stratejileri önemli rol oynar.

4.3. Kortikal Yeniden Yapılanma (Cortical Reorganization)

Fonksiyonel MRI (fMRI) çalışmalarında, kronik bel ağrısı olan bireylerde somatosensoriyel korteksin (S1) bel bölgesine karşılık gelen temsil alanının küçüldüğü veya belirsizleştiği gösterilmiştir (Moseley & Flor, 2012). Bu kortikal reorganizasyon:

- Duyusal diskriminasyonda bozulma,
- Motor kontrol zorlukları,
- Hareket korkusu,
- Ağrının sürmesi

ile ilişkilidir.

Motor kortekste (M1) de benzer reorganizasyonlar görülür. Örneğin, transversus abdominis ve multifidus gibi derin stabilizatör kasların motor korteks aktivasyonunda gecikmeler ve kararsızlık bildirilmiştir (Tsao et al., 2011). Bu nöroplastik değişiklikler, motor kontrol egzersizlerinin neden etkili olduğunu da açıklamaktadır.

4.4. Motor Kontrol Değişiklikleri

KBA'lı bireylerde motor kontrol stratejileri, ağrıdan korunma amacıyla değişir. Ancak bu koruyucu stratejiler uzun vadede maladaptif hâle gelir. Yaygın bulgular şunlardır:

- Derin stabilizatör kaslarda aktivasyon gecikmesi (özellikle transversus abdominis ve multifidus)
- Fazık kaslarda aşırı aktivasyon (erector spinae, hamstring)
- Azalmış hareket varyabilitesi
- Rigit, tutuk ve enerjetik olarak verimsiz hareket paternleri
- Lumbopelvik dissosiyasyon bozuklukları

Hodges ve Tucker (2011), bu değişikliklerin “ağrıya adaptif fakat uzun vadede zararlı” olduğunu, merkezi sinir sisteminin ağrı tehdidine karşı koruma stratejisi geliştirdiğini vurgulamaktadır.

Motor kontrol değişiklikleri, yalnızca kas aktivitesindeki değişimler değil, aynı zamanda duyuşal geri bildirim mekanizmalarındaki bozulmalarla da ilişkilidir.

4.5. Proprioseptif ve Duyusal İşleme Bozuklukları

Kronik bel ağrısında proprioepsiyonun bozulduğu birçok çalışmada gösterilmiştir (Brumagne et al., 2008). Bu durum:

- Lumbal pozisyon sense (konum algısı) hataları,
- Segmental kontrol zayıflığı,
- Denge sorunları,
- Kompansatuvar hareket stratejileri

ile kendini gösterir.

Duyusal entegrasyondaki bozukluklar, özellikle görsel ve vestibüler sistem ile proprioseptif girdiler arasındaki dengesizlikten kaynaklanabilir. Bu nedenle KBA rehabilitasyonunda duyuşal yeniden eğitim ve hareket çeşitliliğini artıran yaklaşımlar önemlidir.

4.6. Ağrı ve Motor Öğrenme İlişkisi

Modern nörofizyolojik modeller, ağrı ile motor öğrenme arasında güçlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Ağrı:

- Motor öğrenmeyi yavaşlatabilir,
- Yanlış hareket paternlerini pekiştirebilir,
- Yeni motor becerilerin kalıcılığını azaltabilir (Boudreau et al., 2010).

Bu nedenle rehabilitasyon programları, motor öğrenme prensiplerine dayanmalı ve düzenli geri bildirim, çeşitlilik ve uygun yükleme stratejilerini içermelidir.

4.7. Otonomik Sinir Sistemi Değişiklikleri

Kronik ağrı durumlarında sempatik sinir sistemi aktivitesinin arttığı, parasempatik tonusun ise azaldığı bildirilmiştir (Tracy et al., 2018). Bu değişiklikler:

- Yorgunluk,
- Uyku bozuklukları,
- Kas tonusu artışı,
- Artmış stres yanıtı

gibi semptomlara yol açabilir ve ağrı döngüsünü sürdürebilir.

4.8. Klinik Yansımalar

Bu nörofizyolojik değişiklikler, KBA yönetiminde aşağıdaki sonuçları ortaya çıkarır:

- Tedavi sadece ağrı kaynağına değil, sinir sistemi adaptasyonlarına da odaklanmalıdır.

- Motor kontrol, duyuşal yeniden eğitim ve hareket varyabilitesini artıran egzersizler temel olmalıdır.
- Pain science education (ağrı bilimi eğitimi), santral sensitizasyonu hedefleyen kritik bir m¼dahaledir.
- Multidisipliner yaklaşım olmadan n¼rofizyolojik mekanizmalara etkili şekilde m¼dahale etmek m¼mk¼n değildir.

Bu b¼l¼m, KBA'nın neden yalnızca mekanik bir sorun değil, sinir sistemi d¼zeyinde de karmaşık bir durum olduğunu ortaya koymaktadır. Bir sonraki b¼l¼mde, kronik bel ağrısında değerlendirme yaklaşımları ele alınacaktır.

5. DEğERLENDİRME: MODERN KLİNİK VE FONKSİYONEL YAKLAşIMLAR

Kronik bel ağrısının (KBA) doğru y¼netilebilmesi i¼in ilk adım, kapsamlı ve b¼t¼nc¼l bir değerlendirme yapmaktır. Geleneksel yaklaşım genellikle g¼r¼nt¼leme ve fiziksel testlere dayanıyordu; ancak g¼n¼m¼zde KBA'nın biyopsikososyal karakteri nedeniyle değerlendirme s¼reci ¼ok daha geniş bir ¼er¼evede ele alınmaktadır. Modern değerlendirme modeli; fiziksel, n¼rofizyolojik, psikolojik, davranışsal ve sosyal bileşenleri sistematik şekilde kapsar. Bu ¼ok boyutlu yaklaşım, tedavinin kişiselleştirilmesini ve daha y¼ksek başarı oranlarını m¼mk¼n kılar.

5.1. Klinik ¼yk¼ ve Subjektif Değerlendirme

Değerlendirme s¼reci geniş kapsamlı bir klinik ¼yk¼ ile başlar. Klasik sorgulamalara ek olarak g¼n¼m¼zde KBA'nın multidisipliner doğası gereği aşağıdaki alanlar detaylı şekilde ele alınır:

- Ağrının başlangıcı, seyri ve tetikleyiciler
- ¼nceki tedaviler ve yanıtları
- Aktivite toleransı ve fonksiyonel kısıtlılıklar
- Uyku kalitesi
- İş y¼k¼ ve ergonomik koşullar
- Korku, ka¼ınma davranışları, hareket inan¼ları
- G¼nl¼k yaşam etkileri
- Ağrı ile ilişkili duyuşal tepkiler

Subjektif değerlendirme, tedavi planının temel taşlarından biridir ¼¼nk¼ ağrının anlamı ve etkisi bireyden bireye b¼y¼k farklılıklar g¼sterir (Foster et al., 2018).

5.2. Kırmızı Bayraklar ve Sarı Bayraklar

Kırmızı Bayraklar

Ciddi patolojileri dışlamak i¼in belirti ve bulguları kapsar:

- Travma
- Kanseri ¼yk¼s¼
- A¼ıklanamayan kilo kaybı
- Enfeksiyon belirtileri

- Kauda ekina semptomları
- Şiddetli nörolojik defisit

Kırmızı bayraklar acil medikal yönlendirme gerektirir (Delitto et al., 2012).

Sarı Bayraklar

Psikososyal risk faktörleridir:

- Korku-kaçınma davranışları
- Katastrofizasyon
- Depresyon, anksiyete
- İş memnuniyetsizliği
- Düşük öz-yeterlik
- Pasif tedavi beklentisi

Bu faktörler ağrının kronikleşme riskini artırır (Kendall et al., 1997).

5.3. Fiziksel Muayene

Fiziksel değerlendirme, modern rehabilitasyon anlayışıyla yalnızca yapısal bulgulara değil, hareket kalitesi, motor kontrol, dinamik stabilite ve fonksiyonel performansa odaklanır.

5.3.1. Gözlemsel Değerlendirme

- Postüral analiz
- Yürüme paterni
- Lumbopelvik ritim
- Hareket varyabilitesi
- Kaçınma davranışları

Örneğin, koruyucu sert hareket stratejileri KBA’da sık görülür (O’Sullivan, 2005).

5.3.2. Hareket Testleri

Modern değerlendirme ağırlıklı olarak qualitative (kalitatif) değerlendirmeyi içerir:

- Lumbal fleksiyon–ekstansiyon kalite analizi
- Tek bacak duruş testi
- Squat, hip-hinge değerlendirmeleri
- Lumbopelvik dissosiyasyon testleri

5.4. Motor Kontrol ve Stabilizasyon Değerlendirmesi

Derin stabilizatör kasların kontrolü KBA yönetiminde kritik önemdedir. Aşağıdaki testler sıklıkla kullanılır:

- Transversus Abdominis aktivasyon testi (palpasyon, ultrason)

- Multifidus kas kalınlığı (US görüntüleme)
- Prone Instability Test
- Active Straight Leg Raise (ASLR)

Motor kontrol bozuklukları, KBA'nın süregelmesinde önemli rol oynar (Hodges & Richardson, 1996).

5.5. Fonksiyonel Performans Testleri

Fonksiyonun objektif ölçümü tedavi planının izlenmesi için gereklidir:

Test	Ölçüm Alanı
Oswestry Disability Index (ODI)	Engellilik düzeyi
Roland-Morris Disability Questionnaire (RMDQ)	Fonksiyonel yetersizlik
Functional Movement Screen (FMS)	Hareket kalitesi
Yürüme Testleri (6DYT, 10MYT)	Endurans ve fonksiyon
Biering-Sørensen Testi	Eretil spinal kas enduransı
Plank ve yan plank testleri	Çekirdek stabilitesi

Fonksiyonel testler özellikle egzersiz temelli tedavi programlarında progresyon açısından önemlidir.

5.6. Psikolojik ve Davranışsal Değerlendirme

Ağrı deneyimi psikolojik süreçlerden güçlü şekilde etkilenir. Bu nedenle aşağıdaki ölçekler sıklıkla kullanılır:

- Tampa Kineziyofobi Ölçeği (TSK)
- Pain Catastrophizing Scale (PCS)
- Depression, Anxiety and Stress Scale (DASS-21)
- Öz-Yeterlik Ölçekleri
- FABQ (Fear Avoidance Beliefs Questionnaire)

Bu değerlendirmeler, multidisipliner yaklaşımın temel bileşenidir.

5.7. Görüntüleme: Ne Zaman Gereklidir?

Kronik bel ağrısında görüntülemenin yararlı olmadığı çok sayıda çalışmada gösterilmiştir. Disk dejenerasyonu, protrüzyon ve fıtık gibi bulgular asemptomatik bireylerde de yüksek oranda görülür (Brinjikji et al., 2015). Bu nedenle:

- Rutin görüntüleme gerekli değildir
- Kırmızı bayrak varlığında yapılır

- Tedavinin yönünü değiştirmiyorsa önerilmez

Görüntülemenin gereksiz kullanımı hastada korku artırabilir ve sonuçları kötüleştirebilir.

5.8. Yapılandırılmış Değerlendirme Algoritması

Modern değerlendirme şu adımları içerir:

1. Subjektif analiz ve hikâye
2. Kırmızı–sarı bayrak taraması
3. Fiziksel muayene ve hareket kalitesi
4. Motor kontrol testleri
5. Fonksiyonel ölçümler
6. Psikososyal profil çıkarılması
7. Tedavi hedeflerinin belirlenmesi
8. Biyopsikososyal modele göre sınıflandırma

Bu algoritma, tedavinin kişiye özel olmasını sağlar.

6. MULTİDİSİPLİNER TEDAVİ MODELİ

Kronik bel ağrısının (KBA) yönetimi tek bir müdahaleye indirgenemeyecek kadar çok boyutlu ve karmaşık bir süreçtir. KBA’nın biyopsikososyal bir durum olduğu artık güçlü bilimsel kanıtlarla ortaya konmuştur; dolayısıyla başarılı bir tedavi yaklaşımı da fiziksel, psikolojik ve sosyal faktörleri bir arada hedefleyen multidisipliner bir model gerektirir (Foster et al., 2018). Multidisipliner tedavi modelinin temel amacı, ağrıyı azaltmanın ötesine geçerek bireyin fonksiyonelliğini artırmak, kendine güvenini geliştirmek, iş ve sosyal hayata katılımını iyileştirmek ve uzun vadeli nüksleri azaltmaktır.

Bu bölümde, KBA yönetiminde güncel multidisipliner müdahalelerin temel bileşenleri detaylı biçimde ele alınmaktadır.

6.1. Fizyoterapi: Modern Klinik Yaklaşımlar

Fizyoterapi, kronik bel ağrısının tedavisinde temel disiplinlerden biridir. Modern fizyoterapi anlayışı yalnızca pasif tekniklere değil; motor kontrol eğitimine, egzersiz bilimine, duyuşsal yeniden eğitime ve davranışsal müdahalelere dayanır.

6.1.1. Eğitim (Pain Science Education)

Ağrı bilimi eğitimi (PSE), hastaların ağrı mekanizmalarını anlamalarını, tehdit algısını azaltmalarını ve hareket korkusunu kontrol etmelerini sağlar. PSE’nin etkileri arasında:

- Katastrofizasyonun azalması
- Korku-kaçınma davranışlarının kırılması
- Egzersize uyumun artması

vardır (Louw et al., 2016).

6.1.2. Egzersiz ve Motor Kontrol Eğitimi

Çalışmalar egzersizin KBA için en etkili uzun dönemli tedavi olduğunu göstermektedir (Owen et al., 2020). Etkili egzersiz programları şu alanlara odaklanır:

- Çekirdek stabilizasyonu
- Motor kontrol
- Direnç egzersizleri
- Aerobik kapasite
- Duyusal-motor entegrasyon

Bu konu bir sonraki ana bölümde detaylandırılacaktır.

6.1.3. Manuel Terapi

Manuel terapi semptom modülasyonu için etkili bir araç olabilir:

- Mobilizasyon
- Manipülasyon
- Yumuşak doku teknikleri

Ancak kalıcı fayda için egzersiz ile kombine edilmesi zorunludur (Bialosky et al., 2009).

6.2. Psikolojik Müdahaleler

Kronik ağrının psikolojik bileşenlerinin tedavi edilmemesi durumunda fiziksel müdahalelerin etkisi sınırlı kalır. Bu nedenle psikolojik terapi multidisipliner yaklaşımın kritik bir parçasıdır.

6.2.1. Bilişsel Davranışçı Terapi (CBT)

CBT'nin temel amaçları:

- Katastrofizasyonu azaltmak
- Korku-kaçınma davranışlarını değiştirmek
- Olumsuz inançları yeniden yapılandırmak
- Aktiviteye yönelik özyeterlik hissini artırmak

CBT, KBA tedavisinde güçlü kanıta sahip psikolojik müdahalelerden biridir (Hoffman et al., 2007).

6.2.2. Kabul ve Kararlılık Terapisi (ACT)

ACT, ağrıyı kontrol etme çabasını azaltarak, hastanın değerleri doğrultusunda hareket etmesini hedefler. Özellikle uyumsuz kaçınma davranışı olan bireylerde etkilidir (McCracken & Vowles, 2014).

6.2.3. Mindfulness ve Duygusal Düzenleme Teknikleri

Stres, uyku bozuklukları ve dikkatin ağrıya odaklanması KBA'yı kötüleştiren etkenlerdir. Mindfulness temelli programlar:

- Stres düzeyini azaltır
- Ağrı toleransını artırır
- Dikkat kontrolünü geliştirir

6.3. Medikal Yaklaşımlar

Tıbbi tedavi genellikle semptom modülasyonu için kullanılır.

6.3.1. Farmakolojik Müdahaleler

- NSAID'ler (kısa süreli)
- Kas gevşeticiler (kısa süre)
- Antidepresanlar (özellikle nöropatik bileşenlerde)

Uzun süreli opioid kullanımı önerilmez (Dowell et al., 2016).

6.3.2. Enjeksiyonlar

- Fasiyal eklem enjeksiyonları
- Epidural steroid enjeksiyonları

Bu yöntemler geçici rahatlama sağlayabilir, ancak uzun dönem etkileri sınırlıdır.

6.4. Davranışsal Müdahaleler: Aktivite Yönetimi

6.4.1. Graded Activity (Kademeli Aktivite Programı)

Kişiye özel hedefler belirlenir ve aktivite süreleri sistematik olarak artırılır. Amaç:

- Deconditioned (kondisyon kaybı) vücudu güçlendirmek
- Aktivite toleransını artırmak
- Korku-kaçınma ve pasif davranışları değiştirmek

6.4.2. Graded Exposure (Kademeli Maruziyet)

Korkulan hareketlere kontrollü şekilde yeniden maruz kalma:

- Hareket korkusunu azaltır
- Normal motor paterni geri kazandırır
- Fonksiyonel kapasiteyi artırır

Bu yöntem özellikle yüksek kineziyofobi olan bireylerde etkilidir (Vlaeyen & Linton, 2000).

6.5. İş ve Ergonomi Müdahaleleri

KBA'nın önemli bir kısmı iş ortamıyla ilişkilidir. Bu nedenle:

- Ergonomik düzenlemeler
- İş yükü modifikasyonu
- Yük kaldırma eğitimi
- İşe dönüş programları

multidisipliner yaklaşımda mutlaka yer almalıdır.

6.6. Sosyal Destek ve Rehabilitasyon Ekibi

Tedavide yer alabilecek profesyoneller:

- Fizyoterapist
- Hekim
- Psikolog
- İş terapisti
- Ergonomist
- Diyetisyen
- Sosyal hizmet uzmanı

Sosyal destek güçlü olduğunda tedavi başarısı artar.

6.7. Multidisipliner Tedavi Programlarının Etkililiği

Cochrane derlemeleri multidisipliner programların:

- Ağrıyı azalttığını
- Engellilik düzeyini düşürdüğünü
- İşe dönüş süresini kısalttığını

göstermektedir (Kamper et al., 2015).

Tek disiplinli müdahaleler kısa süreli fayda sağlarken, multidisipliner programlar uzun dönemli ve kalıcı iyileşme sağlamaktadır.

7. MODERN EGZERSİZ BİLİMİ VE KANIYA DAYALI EGZERSİZ YAKLAŞIMLARI

Egzersiz, kronik bel ağrısının (KBA) tedavisinde dünya çapında en güçlü ve en uzun süreli etkileri olan müdahaledir. Sistemik derlemeler ve meta-analizler, egzersizin KBA yönetiminde altın standart tedaviler arasında yer aldığını, farmakolojik veya pasif müdahalelerden daha üstün olduğunu göstermektedir (Owen et al., 2020; Sherrington et al., 2017). Egzersizin bu denli etkili olmasının nedeni yalnızca kas kuvveti veya esnekliği artırması değil; aynı zamanda nöroplastisiteyi tetiklemesi, motor kontrolü iyileştirmesi, ağrı duyarlılığını azaltması, hareket kalitesini artırması ve psikolojik esnekliği geliştirmesidir.

Modern egzersiz bilimi, KBA'lı bireylere tek tip bir program uygulanamayacağını; tedavinin bireyin hareket davranışları, inançları, motor becerileri, ağrı mekanizmaları ve yaşam tarzı doğrultusunda kişiselleştirilmesi gerektiğini vurgular.

Bu bölümde, KBA'da kullanılan başlıca egzersiz türleri, fizyolojik temelleri ve klinik uygulamaları kapsamlı şekilde ele alınmaktadır.

7.1. Motor Kontrol Eğitimi (Motor Control Exercises – MCE)

Motor kontrol eğitimi, lumbopelvik stabilitenin sağlanması, derin stabilizatör kasların aktivasyonunun yeniden öğretilmesi ve hareket koordinasyonunun geliştirilmesini hedefleyen bir yaklaşımdır. Özellikle multifidus, transversus abdominis ve diyafragma gibi kasların etkin çalışmaması KBA'nın sürmesine katkıda bulunur (Hodges & Richardson, 1996).

Temel hedefler:

- Derin kas aktivasyonunu yeniden kazandırmak
- Lumbopelvik kontrolü artırmak
- Hareket gereksiz kas aktivasyonunu azaltmak
- Fonksiyonel hareketlerde uyumlu stabilizasyon sağlamak

MCE uygulamaları, beyin-motor bağlantılarının yeniden düzenlenmesini (kortikal reorganizasyon) mümkün kılar.

Kanıt düzeyi:

Motor kontrol egzersizleri, KBA'da kısa ve orta vadede ağrı ve fonksiyonu anlamlı ölçüde iyileştiren güçlü kanıtlara sahiptir (Saragiotto et al., 2016).

7.2. Core Stabilizasyon Egzersizleri

Core stabilizasyon yaklaşımı, gövde kaslarının (lokal + global kas sistemleri) birlikte koordineli çalışmasını hedefler.

Lokal kaslar: transversus abdominis, multifidus, pelvic floor

Global kaslar: rectus abdominis, erector spinae, obliques

KBA'lı bireylerde sıklıkla görülen problemler:

- Derin kas aktivasyonunda gecikme
- Global kasların aşırı çalışması
- Lumbopelvik segmentlerin aşırı hareketi veya sertleşmesi

Core stabilizasyon egzersizleri şunları içerir:

- Abdominal drawing-in maneuver
- Multifidus aktivasyon egzersizleri

- Dead bug, bird-dog, side plank varyasyonları
- Denge ve instabil yüzey egzersizleri

Kanıt düzeyi:

Core egzersizleri, KBA’da ağrı ve engellilik üzerinde orta-yüksek düzeyde olumlu etkiye sahiptir (Wang et al., 2012).

7.3. Direnç (Strength) Egzersizleri

Direnç egzersizleri özellikle:

- Kas kuvvetini
- Motor ünitesi aktivasyonunu
- Fiziksel kapasiteyi
- Ağrı eşiğini
- Yük toleransını

arttırmada etkilidir. Büyük kas gruplarını içeren çok eklemli egzersizler (squat, lunge, hip hinge, deadlift varyasyonları) tedavide giderek daha fazla kullanılmaktadır.

Fizyolojik temel:

Direnç antrenmanı:

- Endorfin salınımı → analjezik etki
- Sinir-kas adaptasyonları → daha iyi kontrol
- Yükleme kapasitesi artışı → fonksiyonda gelişme

Kanıt düzeyi:

Direnç egzersizleri KBA’da hem ağrı hem fonksiyon üzerinde anlamlı iyileşme sağlar (Searle et al., 2015).

7.4. Aerobik Egzersizler

Aerobik antrenmanın KBA’da birçok faydası vardır:

- Sistemik inflamasyonu azaltır
- Kan akışını artırarak doku metabolizmasını iyileştirir
- Stres hormonlarının düzenlenmesine katkı sağlar
- Otonom sinir sistemi dengesini geliştirir
- Endorfin ve serotonin düzeylerini artırır

Yürüme, bisiklet, yüzme ve düşük yoğunluklu koşu sık kullanılan yöntemlerdir.

Kanıt düzeyi:

Aerobik egzersiz, KBA’da ağrıyı azaltmada orta düzeyde güçlü kanıtlara sahiptir (Meng et al., 2020).

7.5. Graded Activity (Kademeli Aktivite Programı)

Bu yaklaşım bir bilişsel-davranışsal model üzerine kuruludur.

Temel hedefler:

- Azalmış aktivite toleransını artırmak
- Hastanın egzersize güvenini güçlendirmek
- Günlük yaşam fonksiyonlarını sistematik olarak geliştirmek

Tedavi süreci zamanı ve hedefleri önceden belirlenmiş protokollerle ilerler.

Kanıt:

KBA’da engellilik ve kaçınma davranışlarını azaltır (Lindström et al., 1992).

7.6. Graded Exposure (Kademeli Maruziyet)

Korkulan hareketlerin kontrollü şekilde yapılması temeline dayanır.

Örneğin:

- Fleksiyon korkusu olan bir hastada, kademeli fleksiyon yüklemesi yapılması

Hedef:

- Korkuyu azaltmak
- Normal hareket paternini geri kazandırmak
- Beyindeki tehdit algısını yeniden düzenlemek

Kanıt:

Korku-kaçınma davranışını azaltmada etkilidir (Leeuw et al., 2008).

7.7. Pilates, Yoga ve Mind-Body Egzersizleri

Pilates ve yoga:

- Core stabilizasyonu geliştirir
- Esnekliği artırır
- Proprioepsiyonu iyileştirir
- Stresi azaltır
- Dengeyi geliştirir

Kanıt:

Pilates, geleneksel egzersiz programlarına göre KBA’da anlamlı düzeyde daha yüksek iyileşme sağlayabilir (Cruz-Ferreira et al., 2011).

7.8. Duyusal Yeniden Eğitim (Sensorimotor Retraining)

KBA’da sık görülen proprioseptif bozukluklar nedeniyle duyusal yeniden eğitim programları kullanılmaktadır. Bu yaklaşım:

- Lumbal pozisyon hissini geliştirir
- Duyusal-motor kortikal temsil alanlarını düzenler
- Hareket varyabilitesini artırır

Örnek uygulamalar:

- Ayna terapisi
- Hafif dokunsal geribildirim
- Sanal ortam hareket eğitimleri

7.9. Egzersiz Dozlaması ve Progresyon

Egzersiz reçetesi kişiselleştirilerek aşağıdaki prensiplere göre yapılandırılmalıdır:

- Frekans: Haftada 3–5 gün
- Şiddet: Bireyin toleransına uygun, giderek artan
- Süre: 20–45 dakika seanslar
- Progresyon: Fonksiyonel hedeflere göre artırılır
- Geribildirim: Motor öğrenme için şarttır

Egzersiz başarısı, programın bireyin inançları ve davranışsal özellikleriyle uyumlu olmasına bağlıdır.

7.10. Egzersizin Psikolojik Etkileri

Egzersiz, yalnızca fiziksel değil, aynı zamanda psikolojik iyileşme sağlar:

- Kaygıyı azaltır
- Özyeterliği artırır
- Katastrofizasyonu düşürür
- Günlük yaşam katılımını artırır
- Depresif belirtileri hafifletir

Bu nedenle egzersiz, biyopsikososyal tedavi modelinin temel taşıdır.

8. MANUEL TERAPİ VE DİĞER TAMAMLAYICI YAKLAŞIMLAR

Kronik bel ağrısının (KBA) yönetiminde egzersiz temelli tedaviler birincil yaklaşım olsa da manuel terapi ve diğer tamamlayıcı müdahaleler, özellikle ağrı modülasyonu, hareket açıklığı artırma ve kısa vadede fonksiyon kazandırma açısından önemli rol oynar. Bu müdahaleler çoğunlukla egzersiz ile birlikte kullanıldığında daha etkili olur. Güncel literatür, manuel terapi tekniklerinin tek başına uzun dönemli iyileşme sağlamadığını ancak kombine tedavilerde önemli katkılar sunduğunu vurgulamaktadır (Bialosky et al., 2009).

Bu bölümde, KBA’da kullanılan manuel terapi yöntemleri, olası fizyolojik mekanizmaları ve diğer tamamlayıcı yaklaşımlar ayrıntılı olarak ele alınmaktadır.

8.1. Manuel Terapinin Etki Mekanizmaları

Manuel terapinin etkileri yalnızca mekanik etkilere dayanmaz; nörofizyolojik, psikolojik ve hareket kontrolüyle ilişkili çok boyutlu etkileri vardır.

Olası etki mekanizmaları şunlardır:

- Mekanik Etkiler: Fasiyal gerilimin azaltılması, eklem hareket açıklığının artırılması.
- Nörolojik Etkiler: Spinal segmentlerde afferent sinyallerin modülasyonu, santral ağrı inhibisyonu (gate control mekanizması).
- Psikolojik Etkiler: Güvenlik hissi, rahatlama, hareket korkusunun azalması.
- Motor Kontrol Etkileri: Ağrıyla ilişkili aşırı kas aktivasyonunun azaltılması ve normal hareket paterni için zemin hazırlanması.

Bu mekanizmalar manuel terapinin KBA semptomlarını geçici olarak azaltmasını açıklamaktadır (Bialosky et al., 2009; Cook et al., 2018).

8.2. Mobilizasyon Teknikleri

Mobilizasyon, eklem yapılarına tekrarlayıcı ve ritmik kuvvet uygulamalarıyla yapılan pasif hareketlerdir. Amaç:

- Hipomobil segmentlerin hareket açıklığını artırmak
- Ağrı inhibisyonu sağlamak
- Kas spazmını azaltmak

Sık kullanılan teknikler:

- Maitland mobilizasyonları
- Mulligan mobilizasyonları (SNAGs, NAGs)
- Kalça eklemi mobilizasyonları (bel ağrısını azaltmada etkili olabilir)

Mobilizasyon, egzersizle kombine edildiğinde daha güçlü terapötik etki sağlar.

8.3. Manipülasyon (High-Velocity Thrust Techniques)

Manipölasyon, yüksek hız–düşük amplitüdlü bir itme tekniğidir. KBA’da özellikle kısa vadeli ağrı azalması sağlayabilir.

Klinik etkileri:

- Güçlü nörolojik inhibisyon
- Paraspinal kaslarda tonus azalması
- Hareket korkusunu azaltıcı psikolojik etki

Manipölasyonun etkisi geçicidir; bu nedenle egzersiz ile entegre edilmezse uzun dönem sonuçlar sınırlı kalmaktadır (Dagenais et al., 2010).

8.4. Miyofasyal Release ve Yumuşak Doku Teknikleri

Bu teknikler kas ve fasyal dokular üzerinde uygulanır.

Amaçları:

- Kas tonusunu azaltmak
- Miyofasyal tetik noktaların inaktivasyonu
- Kan akışını artırmak
- Hareket açıklığını artırmak

Etkinliği:

Yumuşak doku teknikleri özellikle akut kas gerginliği, paraspinal spazm veya hareket sınırlılığı olan hastalarda faydalıdır.

8.5. Nöromobilizasyon Teknikleri

Sinir dokusunun hareketliliğinin veya gerginlik toleransının azaldığı durumlarda uygulanır.

Örnekler:

- Siyatik sinir gliding
- Femoral sinir gliding

Faydaları:

- Sinir gerilim kaynaklı ağrı azalması
- Mobilite artışı
- Duyusal hassasiyetin azalması

8.6. Manipölatif Tedavilerin Sınırları

Güncel kanıtlar manuel terapinin:

- kısa vadeli ağrı azalması sağladığını,
- uzun vadeli fonksiyonel kazanımlar için tek başına yeterli olmadığını,

- egzersiz ve davranışsal müdahalelerle birlikte kullanıldığında daha etkili olduğunu göstermektedir (Furlan et al., 2015).

Dolayısıyla manuel terapi, modern rehabilitasyonda destekleyici bir rol oynamalıdır.

8.7. Tamamlayıcı Yaklaşımlar

8.7.1. Kinezyo Bantlama

Kısa süreli ağrı azaltma, propriosepsiyon artırma ve hareket farkındalığı sağlama amacıyla kullanılabilir. Kanıtlar karışıktır ancak bazı hastalarda klinik fayda görülebilir.

8.7.2. Akupunktur

Kronik bel ağrısında kısa ve orta vadede ağrıyı azaltabildiğine dair orta düzeyde kanıt vardır. Etkisi nörolojik modülasyonla ilişkilidir.

8.7.3. Masaj Terapisi

Kas gerginliğini azaltır, stres düzeyini düşürür, parasempatik aktiviteyi artırır. Geçici rahatlama sağlar.

8.7.4. Sıcak ve Soğuk Uygulamalar

- Sıcak → Kas gerginliğini azaltır, doku elastikiyetini artırır
- Soğuk → Akut aşamada analjezik etki sağlar

Genellikle diğer müdahalelere ek olarak kullanılır.

8.7.5. Elektroterapi

TENS ve interferansiyel akım gibi modaliteler ağrıyı geçici olarak azaltabilir. Ancak uzun dönem etkisi sınırlıdır (Johnson & Walsh, 2010).

8.8. Manuel Terapi + Egzersiz: En Etkili Kombinasyon

Manuel terapi:

- Ağrıyı azaltır
- Hareket açıklığını artırır
- Kısa vadeli rahatlama sağlar

Egzersiz:

- Kalıcı değişimi sağlar
- Motor kontrolü geliştirir
- Fonksiyonu artırır
- Nörofizyolojik yeniden yapılanmayı destekler

Sonuç:

Literatür, manuel terapi ve egzersizin birlikte kullanıldığı kombine tedavi modellerinin en yüksek klinik başarıyı sağladığını göstermektedir (Ferreira et al., 2013).

9. İŞE DÖNÜŞ, AKTİVİTE YÖNETİMİ VE FONKSİYONEL REHABİLİTASYON

Kronik bel ağrısı (KBA), yalnızca fiziksel bir problem değil; aynı zamanda iş gücü kaybına, ekonomik yük artışına ve bireyin yaşam kalitesinde ciddi düşüslere yol açan toplumsal bir sağlık sorunudur. Dünya genelinde KBA, işle ilgili engelliliğin en önemli nedenlerinden biridir (Bevan, 2015). Bu nedenle tedavinin önemli bir bileşeni, hastaların günlük yaşam aktivitelerine, sosyal yaşamlarına ve iş ortamlarına güvenle dönebilmelerini sağlamaktır.

Modern rehabilitasyon anlayışı, yalnızca ağrıyı azaltmayı değil; aynı zamanda fonksiyonun artırılması, aktivite toleransının geliştirilmesi, işe dönüş sürecinin optimize edilmesi ve davranışsal-duygusal bariyerlerin azaltılmasını hedefler. Bu bölümde, KBA’da fonksiyonel rehabilitasyonun temel bileşenleri detaylı olarak ele alınacaktır.

9.1. Aktivite Yönetimi: Günlük Yaşamın Yeniden Düzenlenmesi

Aktivite yönetimi, KBA’nın kontrolünde temel unsurlardan biridir. Kronik ağrısı olan bireylerde sık görülen davranışlar arasında:

- Kaçınma stratejileri (avoidance)
- Aşırı aktivite - aşırı dinlenme döngüsü (boom-bust pattern)
- Yanlış hareket inançları
- Düşük aktivite toleransı

yer alır.

Aktivite yönetiminin temel hedefleri:

1. Aktiviteyi sürdürülebilir hâle getirmek
2. Aşırı yüklenmeyi önlemek
3. Korku-kaçınma davranışını azaltmak
4. Fonksiyonel kapasiteyi artırmak
5. Rutin oluşturmak

Aktivite yönetimi programları genellikle fizyoterapist ve psikolog iş birliği içinde yürütülür.

9.2. Graded Activity (Kademeli Aktivite Programı)

Graded activity, davranışsal tıp ilkelerine dayanan, hedef odaklı, zaman temelli bir rehabilitasyon yaklaşımıdır (Lindström et al., 1992). Programın amacı, ağrıya rağmen fonksiyonelliği artırmak ve hareketten kaçınma davranışlarını azaltmaktır.

Temel özellikleri:

- Aktivite miktarı ağrı düzeyine göre değil, önceden belirlenmiş hedeflere göre artırılır.
- Aktivite süreleri veya yükleri sistematik şekilde yükseltilir.
- Hastanın öz-yeterliği artar.
- İşe dönüş süresini önemli ölçüde kısaltır.

Graded activity özellikle yüksek engellilik riski olan, motivasyonu düşük veya hareket korkusu bulunan bireylerde etkilidir.

9.3. Graded Exposure (Kademeli Maruziyet)

Graded exposure, korkulan hareket veya aktivitelerin güvenli bir ortamda, aşamalı olarak yeniden öğrenilmesini amaçlar (Leeuw et al., 2008).

Bu yaklaşım:

- Kineziyofobiye azaltır,
- Tehdit algısını düşürür,
- Hareket özgürlüğünü artırır,
- Psikolojik esnekliği geliştirir.

Örnek:

Fleksiyon korkusu olan bir hastada, önce küçük hareketler, sonra orta derecede fleksiyon, ardından yük altında fleksiyon egzersizleri öğretilir.

9.4. İş Ortamı ve Ergonomik Müdahaleler

KBA ile ilişkili iş kaybı oldukça yüksektir. Bu nedenle işe dönüş sürecinde iş yeri modifikasyonları kritik öneme sahiptir.

Ergonomik müdahaleler:

- Doğru oturma ve masa düzeni
- Yük kaldırma tekniklerinin eğitimi
- Ayakta çalışma varyasyonları (sit–stand çalışma sistemi)
- İş istasyonunun kişiye uygun hâle getirilmesi
- Tekrarlayıcı hareketlerin azaltılması

Araştırmalar, ergonomik müdahalelerin tek başına ağrı tedavisinde yetersiz olduğunu, ancak egzersiz ve davranışsal terapi ile birlikte kullanıldığında daha etkili olduğunu göstermektedir (van Duijvenbode et al., 2008).

9.5. İşe Dönüş Protokolleri

İşe dönüş, sadece fiziksel kapasiteyle değil, aynı zamanda psikososyal faktörlerle de ilişkilidir.

Başarılı işe dönüş için gereken unsurlar:

- Güvenli yük toleransı
- Uygun motor kontrol
- Stres yönetimi
- İş yeri destek mekanizmaları
- Korku-kaçınma davranışlarının azalması

İşe dönüş programları genellikle aşağıdaki aşamaları içerir:

1. İş görevlerinin ayrıntılı analizi
2. Fonksiyonel kapasite değerlendirmesi
3. Yük toleransının artırılması için egzersiz programı
4. Davranışsal müdahalelerle hareket korkusunun azaltılması
5. İş ortamında kademeli uyum süreci

9.6. Fonksiyonel Kapasite Değerlendirmesi (FCE)

Fonksiyonel kapasite değerlendirmesi, bireyin iş görevlerini gerçekleştirmek için gereken fiziksel kapasiteye sahip olup olmadığını belirler.

Değerlendirilen alanlar:

- Kaldırma ve taşıma kapasitesi
- Çömelme, eğilme, dönme hareketleri
- Statik ve dinamik dayanıklılık
- Üst ve alt ekstremité kuvveti
- Yürüyüş ve denge

FCE, işe dönüş planlamasında önemli bir referans niteliğindedir.

9.7. Fonksiyonel Rehabilitasyon Antrenmanı

Fonksiyonel rehabilitasyon, hastanın günlük yaşamda ve iş ortamında gerçekleştirdiği görevleri temel alan bir antrenman modelidir. Geleneksel egzersizlerin aksine fonksiyonel antrenman:

- Çok eklemlili hareket paternlerine odaklanır
- Kas zincirlerini birlikte çalıştırır
- Motor öğrenme prensiplerini kullanır
- Denge, koordinasyon ve gücü birlikte geliştirir
- Spesifik iş görevlerine uyarlanabilir

Örnek fonksiyonel egzersizler:

- Hip hinge eğitimleri
- Squat varyasyonları
- Yük taşıma ve çekme
- Lunges, step-up
- Uygulamalı kaldırma teknikleri

Bu tarz egzersizler, lumbopelvik kontrolü ve iş kapasitesini güçlendirerek nükslerin azalmasına yardımcı olur (McGill, 2016).

9.8. Fiziksel Aktivite Reçetesi

KBA'lı bireylerde sedanter yaşam ağrı şiddetini ve engellilik düzeyini artırır. Bu nedenle hastalığa özel bir fiziksel aktivite reçetesi oluşturulmalıdır.

Temel öneriler:

- Haftada en az 150 dakika orta yoğunlukta aerobik egzersiz
- Haftada 2–3 gün direnç eğitimi
- Günlük hareket molaları
- Postür ve mobilite egzersizleri

Fiziksel aktivite, ağrının kontrolü ve yaşam kalitesinin artırılmasında temel bir unsurdur.

9.9. Sosyal Destek ve İşbirlikçi Rehabilitasyon Modeli

İşe dönüşün en önemli belirleyicilerinden biri sosyal destektir. İşveren, aile ve sağlık profesyonellerinin sürece aktif katılımı:

- İşe dönüş süresini kısaltır
- Engellilik oranını azaltır
- Korku ve stres faktörlerini düşürür

Multidisipliner ekip yaklaşımı burada da büyük önem taşır.

9.10. Klinik Sonuçlar ve Uzun Vadeli Kazanımlar

İşe dönüş ve aktivite yönetimi programlarının uzun vadeli faydaları:

- Yüksek fonksiyonel kapasite
- Daha az nüks
- İş gücü kaybında azalma
- Daha yüksek yaşam kalitesi
- Daha düşük sağlık harcamaları

Kanıtlar, fonksiyonel ve davranışsal yaklaşımların geleneksel pasif tedavilere kıyasla çok daha üstün olduğunu göstermektedir (Kamper et al., 2015).

10. GELECEK PERSPEKTİFLERİ: TEKNOLOJİ, DİJİTAL REHABİLİTASYON VE KİŞİSELLEŞTİRİLMİŞ TEDAVİ

Kronik bel ağrısının (KBA) yönetimi, teknolojiye hızlı gelişmeler ve sağlık alanında dijital dönüşümün yaygınlaşmasıyla önemli bir değişim geçirmektedir. Geleneksel yüz yüze tedavi

modelleri artık yerini, teknoloji destekli, kişiye özel, erişilebilir ve çok boyutlu müdahale yaklaşımlarına bırakmaktadır. KBA'nın biyopsikososyal yapısı göz önüne alındığında, geleceğin tedavi modelleri yalnızca fiziksel değil; aynı zamanda psikolojik ve davranışsal bileşenleri de dijital araçlarla bütünleştiren sistemlere yönelmektedir.

Bu bölümde, KBA rehabilitasyonunda geleceği şekillendiren teknolojik yenilikler ve bilimsel gelişmeler ayrıntılı şekilde ele alınmaktadır.

10.1. Dijital Fizyoterapi Platformları ve Tele-Rehabilitasyon

Tele-rehabilitasyon, internet tabanlı uygulamalar ve uzaktan tedavi yöntemleri KBA yönetiminde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Özellikle pandemiden sonra sağlık hizmetlerinde çevrim içi uygulamaların yaygınlaşması, fiziksel tedaviye erişimi kolaylaştırmış ve yeni klinik modellerinin önünü açmıştır.

Dijital fizyoterapi platformlarının avantajları:

- Kırsal bölgelerde erişimi artırma
- Evde egzersiz uyumunu artırma
- Anlık geribildirim mekanizmaları
- Düşük maliyet
- Daha sık, kısa ve etkili takip imkânı

Araştırmalar, dijital fizyoterapinin yüz yüze tedavi kadar etkili olabileceğini, özellikle egzersiz uyumu ve ağrı yönetimi açısından önemli katkı sağladığını göstermektedir (Cottrell et al., 2017).

10.2. Yapay Zekâ Destekli Tedavi Sistemleri

Yapay zekâ (AI), hastaların hareket örüntülerini analiz etme, risk faktörlerini belirleme ve bireye özgü tedavi planları önerme konusunda önemli bir potansiyele sahiptir.

AI uygulamaları:

- Hareket analizi: Telefon ve kameralar aracılığıyla postür, squat, yürüme analizi
- Tedavi öneri sistemleri: Egzersiz programlarını otomatik oluşturma
- Ağrı izleme algoritmaları: Günlük değişiklikleri takip etme
- Nüks tahmini modelleri: Yüksek riskli hastaları belirleme

AI tabanlı sistemler fizyoterapistlerin yerini almaz; ancak tedaviyi daha doğru, hızlı ve bireyselleştirilmiş hâle getirir.

10.3. Giyilebilir Teknolojiler ve Sensör Tabanlı Takip Sistemleri

Akıllı bileklikler, postür sensörleri, EMG tabanlı cihazlar ve ivmeölçerler, hastaların günlük yaşam aktivitelerini objektif olarak değerlendirmeye olanak tanır.

Kullanım alanları:

- Postür bozukluklarının tespiti

- Aktivite düzeyi takibi
- Lumbopelvik hareket analizleri
- Denge ve yürüyüş verilerinin uzaktan izlenmesi
- Egzersiz sırasında anlık geribildirim

Bu teknolojiler, özellikle davranış değişikliği oluşturma ve aktivite yönetimi açısından büyük potansiyel taşır.

10.4. Sanal Gerçeklik (VR) ve Artırılmış Gerçeklik (AR) Tabanlı Rehabilitasyon

VR ve AR uygulamaları, ağrı yönetimi ve egzersiz eğitimi konusunda hızla gelişmektedir.

VR'nin terapötik etkileri:

- Dikkat dağıtarak ağrıyı azaltma
- Hareket korkusunu azaltma
- Egzersize motivasyonu artırma
- Güvenli ortamda kontrollü hareket eğitimi

Özellikle korku-kaçınma davranışı olan KBA hastalarında VR tabanlı “kademeli maruziyet terapisi” etkili sonuçlar vermektedir (Matheve et al., 2020).

AR ise hastanın gerçek hareketinin üzerine dijital rehberlik ekleyerek:

- Hatalı hareket paternlerini düzeltir,
- Motor öğrenmeyi hızlandırır,
- Egzersiz kalite kontrolünü iyileştirir.

10.5. Robotik Rehabilitasyon Sistemleri

Robotik egzersiz sistemleri, daha çok nörolojik rehabilitasyonda kullanılmakla birlikte KBA'da da giderek daha fazla araştırılmaktadır.

Olası katkıları:

- Tekrarlayıcı hareketlerin yüksek doğrulukla uygulanması
- Kas aktivasyonunun kontrollü artırılması
- Yük azaltılmış ortamda egzersiz yapılabilmesi
- Motor kontrol eğitiminin kolaylaştırılması

Henüz araştırma aşamasında olsa da robotik sistemlerin kronik kas-iskelet bozukluklarında gelecekte daha yaygın kullanılması beklenmektedir.

10.6. Biyopsikososyal İzlem Sistemleri

Gelecekte tedavi programlarının yalnızca fiziksel verilerle değil; aynı zamanda psikolojik ve sosyal verilerle de entegre edilmesi beklenmektedir.

Kapsamlı izlem sistemleri şunları içerebilir:

- Ağrı yoğunluğu
- Uyku kalitesi
- Stres düzeyi
- Aktivite paterni
- İş yükü
- Psikolojik risk faktörleri (korku, katastrofizasyon)

Bu veriler yapay zekâ modelleriyle analiz edilerek kişiye özgü “rehabilitasyon profili” çıkarılabilir.

10.7. Genetik ve Biyobelirteç Tabanlı Tedaviler

Yeni araştırmalar bazı genetik varyasyonların:

- Ağrı duyarlılığını
- İyileşme hızını
- Egzersize yanıtı
- Farmakolojik tedavi etkinliğini

etkileyebileceğini göstermektedir (Diatchenko et al., 2006). Bu durum gelecekte kişiselleştirilmiş ağrı tıbbı uygulamalarının gelişmesine olanak sağlayabilir.

10.8. Dijital Davranışsal Müdahaleler

Mobil uygulamalar ve çevrim içi terapiler artık:

- CBT protokollerini,
- Mindfulness eğitimlerini,
- Korku-kaçınma modüllerini,
- Ağrı eğitimi içeriklerini

bireylere doğrudan sunmaktadır. Bu sistemler erişilebilirliği artırarak tedavide önemli bir boşluğu doldurmaktadır.

10.9. Evde Rehabilitasyon ve Hibrit Tedavi Modelleri

Geleceğin standart rehabilitasyon modeli muhtemelen hibrit olacaktır:

- İlk değerlendirme ve kritik müdahaleler yüz yüze
- Egzersiz takipleri ve eğitim modülleri dijital ortamda
- Sensör ve AI tabanlı izleme sistemleriyle sürekli takip
- Fizyoterapist tarafından düzenli dijital geri bildirim

Bu model hem maliyetleri düşürmekte hem de tedavi uyumunu belirgin şekilde artırmaktadır.

10.10. Geleceğe Genel Bakış: Kişiselleştirilmiş ve Entegre Yaklaşım

Gelecekte KBA tedavisinin üç temel ilke üzerine kurulacağı öngörülmektedir:

1. Kişiselleştirme

Her bireyin ağrı mekanizmaları, psikolojik profili, hareket paternleri ve yaşam tarzı farklıdır. Bu nedenle tedavi tamamen bireyselleştirilmiş olmalıdır.

2. Dijital Entegrasyon

Tedavi süreçlerinin uzaktan takip edilmesi, dijital destek sistemleri ile güçlendirilmesi artık kaçınılmazdır.

3. Multidisipliner ve Biyopsikososyal Yaklaşım

Tek bir tedavi modalitesi yerine fiziksel, psikolojik ve sosyal faktörleri bütüncül ele alan entegre modeller temel standart hâline gelecektir.

Bu gelişmeler KBA yönetimini daha etkili, daha erişilebilir ve daha bilimsel temelli bir hâle getirecektir.

Kaynakça

1. Adams, M. A., & Roughley, P. J. (2006). What is intervertebral disc degeneration, and what causes it? *Spine*, 31(18), 2151–2161.
2. AlAbdulwahab, S. S., Kachanathu, S. J., & AlMotairi, M. S. (2017). Smartphone use and neck posture. *Journal of Physical Therapy Science*, 29(5), 844–847.
3. Ambrose, A. F., Paul, G., & Hausdorff, J. M. (2013). Risk factors for falls among older adults: A review. *Maturitas*, 75(1), 51–61.
4. Amick, B. C., Robertson, M. M., DeRango, K., et al. (2003). Effect of office ergonomics intervention. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 45(7), 772–783.
5. Bevan, S. (2015). Economic impact of musculoskeletal disorders. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 29(3), 356–373.
6. Berg, K. O., Wood-Dauphinee, S., Williams, J. I., & Maki, B. (1992). Measuring balance in the elderly: Validation of the Berg Balance Scale. *Canadian Journal of Public Health*, 83(Suppl 2), S7–S11.
7. Bialosky, J. E., Bishop, M. D., & Robinson, M. E. (2009). The mechanisms of manual therapy. *Manual Therapy*, 14(5), 531–538.
8. Binder, E. F., et al. (2002). Effects of exercise training on frailty. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50(12), 1921–1928.
9. Bogduk, N. (2016). *Functional anatomy of the spine*. Elsevier.
10. Brackley, H. M., & Stevenson, J. M. (2004). Are children's backpack weight limits enough? *Applied Ergonomics*, 35(2), 205–211.
11. Campbell, A. J., & Borrie, M. J. (1999). Falls in the elderly. *Clinical Geriatric Medicine*, 15(4), 609–617.
12. Centers for Disease Control and Prevention. (2020). Older adult falls. <https://www.cdc.gov/falls/>
13. Cheng, A. S., et al. (2019). Sit-stand desks and musculoskeletal health. *Ergonomics*, 62(6), 778–791.
14. Cook, C. E., et al. (2018). The mechanisms of spinal manipulation. *Spine Journal*, 18(2), 211–222.

15. Cottrell, M. A., Galea, O. A., O’Leary, S. P., Hill, A. J., & Russell, T. G. (2017). Real-time telerehabilitation. *JOSPT*, 47(10), 1–13.
16. Cruz-Ferreira, A., Fernandes, J., Laranjo, L., Bernardo, L. M., & Silva, A. (2011). Effects of Pilates. *Clinical Rehabilitation*, 25(4), 273–288.
17. Cruz-Jentoft, A. J., et al. (2019). Sarcopenia: European consensus. *Age and Ageing*, 48(1), 16–31.
18. Dagenais, S., et al. (2010). Nonsurgical interventions for facet syndrome. *Spine Journal*, 10(1), 16–31.
19. da Costa, B. R., & Vieira, E. R. (2010). Work-related musculoskeletal disorders. *American Journal of Industrial Medicine*, 53(3), 285–323.
20. Delitto, A., et al. (2012). Clinical practice guidelines for low back pain. *JOSPT*, 42(4), A1–A57.
21. Diatchenko, L., et al. (2006). Genetic basis of pain sensitivity. *Human Molecular Genetics*, 15(6), 1028–1040.
22. Dolphens, M., et al. (2015). Factors associated with spinal pain. *European Spine Journal*, 24(3), 474–483.
23. Dowell, D., et al. (2016). CDC guideline for opioids. *JAMA*, 315(15), 1624–1645.
24. Falla, D., Hodges, P., & Stanton, W. (2014). Motor control in chronic spinal pain. *Manual Therapy*, 19(1), 3–11.
25. Ferreira, P. H., et al. (2013). Stabilization vs. general exercises. *Spine*, 32(6), 757–765.
26. Foster, N. E., et al. (2018). Prevention and treatment of LBP. *Lancet*, 391, 2368–2383.
27. Furlan, A. D., et al. (2015). Massage for low-back pain. *Cochrane Review*, CD001929.

28. GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. (2018). Global burden of disease. *Lancet*, 392, 1789–1858.
29. Gillespie, L. D., et al. (2012). Interventions preventing falls. *Cochrane Review*, CD007146.
30. Guralnik, J. M., et al. (1994). Short Physical Performance Battery. *Journal of Gerontology*, 49(2), M85–M94.
31. Hartvigsen, J., et al. (2018). What low back pain is. *Lancet*, 391, 2356–2367.
32. Hausdorff, J. M., et al. (2001). Gait variability and falls. *Archives of PM&R*, 82(8), 1050–1056.
33. Heneweer, H., Vanhees, L., & Picavet, H. (2011). Physical activity and LBP. *European Spine Journal*, 20(4), 634–644.
34. Hodges, P. W., & Richardson, C. A. (1996). Lumbar stabilization mechanisms. *Spine*, 21(22), 2614–2623.
35. Hoffman, B. M., et al. (2007). Psychological interventions for LBP. *Health Psychology*, 26(1), 1–9.
36. Hoy, D., et al. (2014). Global burden of LBP. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 73(6), 968–974.
37. Iwasaki, S., & Yamasoba, T. (2015). Age-related vestibular decline. *Aging and Disease*, 6(1), 38–47.
38. Johnson, M., & Walsh, D. (2010). How TENS works. *BJA*, 105(4), 449–452.
39. Kamper, S. J., et al. (2015). Multidisciplinary rehabilitation. *Cochrane Review*, CD000963.
40. Kelly, G. A., et al. (2011). Sleep and back pain. *Clinical Journal of Pain*, 27(2), 169–181.
41. Kim, H., & Kim, Y. (2016). Neck posture and smartphones. *JPTS*, 28(3), 921–925.

42. Kojima, G. (2015). Frailty and falls. *BMC Geriatrics*, 15(135).
43. Lanier, J. B., et al. (2011). Orthostatic hypotension. *American Family Physician*, 84(5), 527–536.
44. Leeuw, M., et al. (2008). Exposure therapy for CLBP. *Clinical Journal of Pain*, 24(2), 101–110.
45. Lindström, I., et al. (1992). Graded activity in CLBP. *Physical Therapy*, 72(4), 279–290.
46. Lis, A., et al. (2007). Sitting and LBP. *European Spine Journal*, 16(2), 283–298.
47. Llorens, R., et al. (2015). VR for balance training. *Games for Health Journal*, 4(3), 1–9.

48. Lord, S. R., et al. (2007). Falls in older people. Cambridge University Press.
49. Louw, A., et al. (2016). Pain neuroscience education. *Journal of Physiotherapy*, 62(3), 142–148.
50. Maki, B. E., & McIlroy, W. E. (2006). Postural control changes with aging. *Journal of Gerontology A*, 61(4), 389–394.
51. Matheve, T., et al. (2020). VR in chronic pain. *Pain Practice*, 20(2), 179–193.
52. McCracken, L. M., & Vowles, K. (2014). ACT for chronic pain. *Behavior Therapy*, 45(2), 177–187.
53. McGill, S. (2016). Low back disorders. *Human Kinetics*.
54. Meng, X., et al. (2020). Aerobic exercise and CLBP. *Pain Physician*, 23(4), 383–395.
55. Montero-Odasso, M., et al. (2012). Gait and cognition. *JAGS*, 60(11), 2127–2136.
56. Moseley, G. L., & Flor, H. (2012). Cortical representation and pain. *Neurorehab & Neural Repair*, 26(6), 646–652.
57. Nardone, A., & Schieppati, M. (2010). Posturography. *Clinical Neurophysiology*, 40(6), 305–315.
58. Nejati, P., et al. (2015). Forward head posture. *J Clin Exp Dent*, 7(1), e133–e138.
59. Nourbakhsh, M. R., & Arab, A. M. (2002). Mechanical factors in LBP. *JOSPT*, 32(9), 447–460.
60. O’Sullivan, P. (2005). Classification of CLBP disorders. *Manual Therapy*, 10(4), 242–255.
61. Owen, P. J., et al. (2020). Exercise and CLBP. *BJSM*, 54(10), 641–652.
62. Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. *JSD*, 5(4), 390–397.
63. Peterka, R. J. (2002). Sensorimotor integration in balance. *Journal of Neurophysiology*, 88(3), 1097–1118.
64. Saragiotto, B. T., et al. (2016). Motor control exercise for CLBP. *Cochrane Review*, CD012004.
65. Scheffer, A. C., et al. (2008). Fear of falling. *Age and Ageing*, 37(1), 19–24.
66. Searle, A., et al. (2015). Exercise interventions for CLBP. *Clinical Rehabilitation*, 29(12), 1155–1167.
67. Sherrington, C., et al. (2019). Exercise to prevent falls. *BJSM*, 54(15), 885–891.
68. Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2017). Motor control (5th ed.). LWW.
69. Steffens, D., et al. (2016). Prevention of LBP. *JAMA Internal Medicine*, 176(2), 199–208.
70. Tinetti, M. E., et al. (1988). Risk factors for falls. *New England Journal of Medicine*, 319(26), 1701–1707.
71. van Duijvenbode, I. C., et al. (2008). Ergonomic interventions. *Scand J Work Environ Health*, 34(4), 261–275.
72. Vlaeyen, J. W., & Linton, S. (2000). Fear-avoidance in pain. *Pain*, 85(3), 317–332.

73. Wang, X. Q., et al. (2012). Core training for CLBP. *Clinical Rehabilitation*, 26(5), 432–442.
74. World Health Organization. (2021). Falls: Key facts. <https://www.who.int/>

