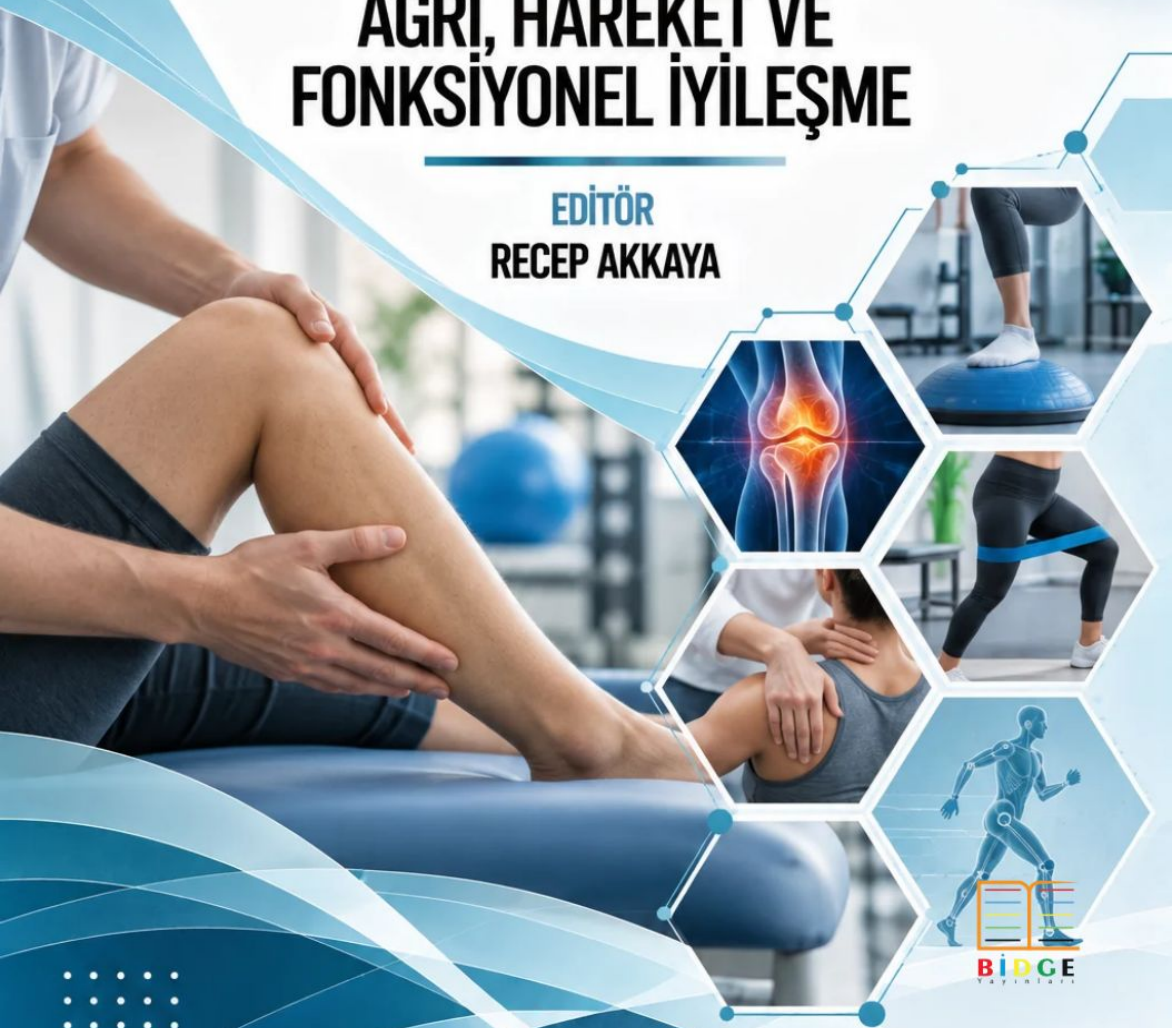
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYONDA GÜNCEL KLİNİK YAKLAŞIMLAR: AĞRI, HAREKET VE FONKSİYONEL İYİLEŞME

EDİTÖR
RECEP AKKAYA



BİDGE Yayınları

BİDGE Yayınları

Fizyoterapi ve Rehabilitasyonda Güncel Klinik Yaklaşımlar: Ağrı, Hareket Ve Fonksiyonel İyileşme

Editör: RECEP AKKAYA

ISBN: 978-625-5474-70-4

1. Baskı
Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL
Yayınlama Tarihi: 2026-10-25
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

AĞRI NÖROBİLİMİ 1
ÜMRAN ARICAN CAN, ZELİHA BAŞKURT, FERDİ BAŞKURT

AŞİL TENDİNOPATİSİNDE PROGRESİF EGZERSİZ REHABİLİTASYONUNUN DOZ-YANIT İLİŞKİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ 20
MEHMET ÇAKIROĞLU

HALLUKS VALGUS DEFORMİTESİNDE KLİNİK DEĞERLENDİRME 35
SİMGE DÖNMEZ

İNTERSTİSYEL VE SPLİT TİBİALİS POSTERİOR TENDON RÜPTÜRLERİ İLE FLEKSÖR RETİNAKULUM İNSTABİLİTELERİ 58
VEDAT KURT, CİHAN CANER AKSOY

CURRENT CLINICAL PRACTICE GUIDE FOR BACK PAIN TREATMENT 69
AYŞE NİHAL YURTTAŞ, CELAL BATUHAN GÜNEYSU, ŞEREF DUHAN ALTUĞ, AYŞE ÜNAL, FİLİZ ALTUĞ

HALTERCİLERDE ÜRİNER İNKONTİNANS: FİZYOTERAPİ PERSPEKTİFİNDEN DEĞERLENDİRME VE YÖNETİM 100
NUR ALP

PEDİATRİK NÖROMUSKÜLER HASTALIKLARDA KARDİYOPULMONER REHABİLİTASYON 127
BETÜL YOLERİ

MENTAL YORGUNLUK KAVRAMI VE BİLİŞSEL VE FİZİKSEL PERFORMANSA ETKİSİ 151
SEVTAP ÇAKIR, OKAN ÜZER

OMURGA SAĞLIĞI VE GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİ 169

İÇİNDEKİLER

ASİYA UZUN, YUSUF ŞİNASİ KIRMACI

BÖLÜM 1

AĞRI NÖROBİLİMİ

Ümran ARICAN CAN[1], Zeliha BAŞKURT[2],Ferdi BAŞKURT[3]

Giriş

Nörobilim, özellikle beyin olmak üzere tüm sinir sisteminin yapısını, işlevini inceleyen; bu sistemin davranış, biliş, duygu, hareket, öğrenme ve bellek gibi süreçleri nasıl oluşturduğunu ve düzenlediğini açıklayan multidisipliner bir bilim alanıdır. Sinir sistemi; beyin, omurilik ve periferik sinir sistemindeki nöronal ağlardan oluşmaktadır. Nörobilim bu sistemi moleküler ve hücresel düzeyden nöral devreler, beyin bölgeleri ve davranış düzeyine kadar farklı organizasyon basamaklarında incelemektedir. Bu kapsamda nöronların elektriksel aktivitesi ve sinaptik iletişiminden duyusal işlemlere, motor kontrol ve hareketten öğrenme, bellek ve bilişsel süreçlere kadar yaygın bir alandaki mekanizmaları araştırılmaktadır.

[1]Araştırma Görevlisi, Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Afyonkarahisar, ORCID: 0009-0009-6220-917X
[2]Prof.Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Isparta, ORCID: 0000-0001-7488-9242
[3]Prof.Dr., Süleyman Demirel Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Isparta, ORCID: 0000-0002-8997-4172

Özellikle modern nörobilimin temel amaçlarından biri, sinir sistemindeki hücresel ve ağ düzeyindeki süreçlerin gözlenen davranışları nasıl ortaya çıkardığını açıklamaktır (Nestler, 2026). Bu nedenle nörobilim, beyin–davranış ilişkisini anlamanın yanı sıra, sinir sistemi hastalıklarında ortaya çıkan işlevsel değişikliklerin ve bu değişikliklerin altında yatan mekanizmaların anlaşılmasına da temel oluşturmaktadır (Seblani et al., 2024). Bu nörobilimsel yaklaşım, ağrı deneyiminin anlaşılması açısından da önem taşımaktadır. Ağrı yalnızca fiziksel bir doku hasarının göstergesi olmayıp, bireyin bilişsel ve emosyonel süreçleri, geçmiş deneyimleri ve ağrıya ilişkin inançları tarafından da şekillenen karmaşık bir deneyimdir. Bu nedenle ağrı yaşayan bireylerin ağrılarını nasıl algıladıkları ve yorumladıkları, tedavi arama davranışları ve iyileşmeye ilişkin beklentileri üzerinde etkili olabilmektedir. Özellikle süregen ağrı, daha önceki başarısız tedavi deneyimleri ve ağrıya ilişkin farklı açıklamalar, bireylerin mevcut durumlarını gerçekte olduğundan daha olumsuz değerlendirmelerine ve iyileşmeye yönelik inançlarının azalmasına neden olabilir. Bireyin ağrısına ilişkin yaşadığı olumsuz düşüncelerin ve mevcut durumunu olduğundan daha kötü algılamasının belirginleştiği bu bilişsel süreç ağrı felaketleştirmesi olarak tanımlanmaktadır (Louw et al., 2011).

Kas iskelet sistemi ağrısının tarif edilmesinin zor olması, öznel olması, sıklıkla “objektif” bir radyografik karşılığının bulunmaması ve hastalara sıkça yanlış ve yanıltıcı bilgiler verilmesi nedeniyle önemli bir problemdir. Ağrı yaşayan bireylere tıbbi değerlendirmeler sırasında yeterli eğitim verilmediğinde, ağrı yaşayan kişilerde hareket korkusu gelişebilmekte ve hastalar ağrı yaşama sebeplerini ciddi doku hasarı ile ilişkilendirebilir. Sağlık profesyonelleri ağrı yaşayan bireylere ağrıyı açıklamak için sıklıkla anatomi ve patoanatomiye dayalı modeller sunmaktadır. (Henrotin et al., 2006; Weiner, 2008). Bu modeller ağrı ve sakatlığı azaltmada sınırlı etkililik göstermektedir. Aynı zamanda hastalarda korkuyu artırabilir ve bu da dolayısıyla ağrılarını alevlendirebilir (Morr et al., 2010). Örneğin; diskiniz fıtıklaşmış, dejeneratif eklem hastalığınız var, kasınız yırtılmış, siniriniz sıkışıyor gibi eksik ve yanıltıcı söylemler kişinin ağrı ile baş etme stratejilerini olumsuz etkileyebilir (Louw et al., 2011)

Ağrı yaşayan hastalara, sinir sistemlerinin yaralanmalarını işlemesinin, çeşitli psikososyal faktörlerle birlikte, ağrı deneyimini belirlediği ve

ağrının her zaman dokuların durumunun doğrudan bir göstergesi olmadığını öğretmek gerekir. Hastalara ağrıların her zaman dokularındaki yaralanmanın derecesinin doğrudan bir ölçüsü olarak değil, aslında ağrıların sinir sisteminin yaralanma tehdidini yorumlama biçimi olduğu bilincini kazandırmak önemlidir. Hastalar hareket etmeye, egzersiz yapmaya ve belli bir rahatsızlığı tolere etmeye daha istekli olabilirler. Bu yönteme nörobilim adı verilir. Nörobilim (NE), sinir sisteminin periferal sinir duyarlılığı, merkezi duyarlılık, sinaptik aktivite ve beyin işleme yoluyla dokulardan gelen bilgileri nasıl yorumladığını ve bu nöral aktivasyonun, artış ya da azalış şeklinde, ağrı deneyimini nasıl modüle edebileceğini açıklamayı amaçlar. NE, hastaların ağrı durumlarını destekleyen biyolojik süreçleri daha iyi anlamalarına yardımcı olarak ağrı ve sakatlığı azaltmayı amaçlayan bilişsel tabanlı bir eğitim müdahalesidir. NE, anatomi veya biyomekanik modellere odaklanmak yerine nörofizyoloji, nörobiyoloji ve ağrının işlenmesi ve temsil edilmesi üzerine odaklanır (Louw et al., 2011). Ağrı ile ilişkili çeşitli beyin yolları nosisepsiyonu işler ve bu yollar kişisel deneyimlerden, düşüncelerden, duygulardan ve hislerden etkilenir, böylece ağrının öznel bir sinirsel imzası oluşur (Melzack, 2001; G. L. Moseley, 2003).

NE, sinir sistemi anatomisi içermesine rağmen, hastalara doku hasarından bahsetmez (Louw et al., 2011; L. Moseley, 2002) bunun yerine anatomiyi, nosiseptif girdiyi işleme yollarını tanımlamak için kullanır. NE' nin hastalara vermeye çalıştığı temel mesaj, “nosisepsiyon” ile “ağrı” arasındaki net farktır. Hastalara, sinir sisteminin süreğen ağrıyla başa çıkmasında yardımcı olmak için duyarlılığını artırma veya azaltma (nöroplastisite) yeteneğine sahip olduğu öğretilir (Louw et al., 2011; Van Oosterwijck et al., 2011). Ağrının bireysel ve karmaşık işlenmesi göz önüne alındığında, hastalara ağrı ile ilgili bilgilerin bire bir eğitim oturumları şeklinde verilmesi daha uygun görülmektedir (G. L. Moseley, 2003; L. Moseley, 2002) NE ağrı yaşayan hastalarda, akut ağrı durumlarında önleyici bir yaklaşım, kronik ağrı durumlarında ise tedavi/rehabilitasyon müdahalesi olarak görülebilir.

Ağrı Nörobilim Eğitimi

Ağrı Nörobilim Eğitimi (ANE), hastalara ağrı durumlarını biyolojik süreçlerle anlatmaya dayanan, ağrı ve sakatlığı azaltmayı amaçlayan bilişsel tabanlı bir eğitim müdahalesidir. NE, anatomi veya biyomekanik modellere odaklanmak yerine nörofizyoloji, nörobiyoloji ve ağrının işlenmesi ve temsil edilmesi üzerine odaklanır (Louw et al., 2011).

Nörobilim eğitiminin amacı; öğrenme süreçlerinde, ağrı ile ilgili inançların kazanımında ve ağrı duyarlılığında rol oynayan bilinçsiz otomatik mekanizmaların varlığının farkına varılmasını sağlamaktır. Nörobilim eğitimi ile bu mekanizmaların bilinçli davranışlar yoluyla modüle edilebileceği gösterilir. Ağrı nöromatrisi oluşturan nöronal bağlantıları zayıflatmak ve nöroplastisite sayesinde yeni bağlantılar kurmak amacıyla hastanın dikkatini artırarak merkezi sinir sistemi (MSS) duyarsızlaştırma sürecinde hastanın aktif katılımı önerilmektedir (Lepri et al., 2023)

NE ağrı derecelendirmelerini, ağrı bilgisini, sakatlığı, ağrı felaketleştirmesini, korkudan kaçınmayı, ağrıya ilişkin tutumları ve davranışları, fiziksel hareketi ve sağlık hizmeti kullanımını iyileştirdiğine dair destekleyici kanıtlar sunmaktadır (Louw et al., 2011). Ağrı nörobilimi eğitimi, ağrı fizyolojisi ve merkezi duyarlılaşma mekanizmaları hakkında bilgi vermektedir. Bunun için yazılı ve resimli bilgiler içeren bir eğitim kitapçığı, sunumlar, video ders modülleri, ses kayıtları gibi materyaller kullanılabilir. Bu materyallerin içeriğinde sinir sisteminin yapısı, işlevi ve nosisepsiyon ile ağrı arasındaki fark açıklanmalıdır. Merkezi duyarlılaşma, metafor yoluyla sinir sisteminin aşırı duyarlılığı olarak tanıtılabilir, merkezi duyarlılığın başlangıcındaki ve sürdürülmesindeki faktörler açıklanabilir. Bu öğrenilen bilgilerin günlük hayata entegre edilmesinde vaka örnekleri kullanılabilir (van Ittersum et al., 2014).

ANE tüm kronik ağrılarda kullanılmaz. ANE şu durumlarda gereklidir:

1) Klinik tablo merkezi duyarlılık tarafından karakterize edilmiş ve baskın ise;

2) Uyumsuz ağrı bilişleri, hastalık algıları veya başa çıkma stratejileri mevcutsa.

Her iki endikasyon da ANE başlamak için ön koşuldur (Nijs et al., 2011).

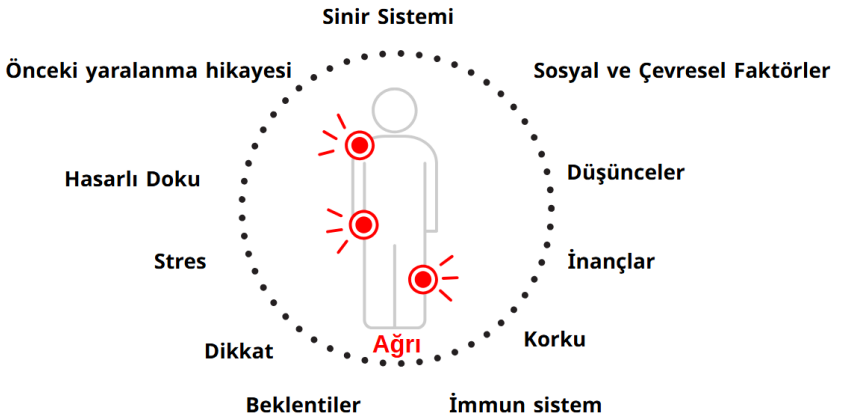
ANE ilk adımı hastaya ağrı tedavisi gerekçesinin açıklanmasıdır. ANE ilk olarak hastaların ağrı durumları hakkındaki bilgilerini değiştirmeyi ve ağrıyı yeniden kavramsallaştırmayı amaçlar (G. L. Moseley, 2003) . Eğer ağrıyı yeniden kavramsallaştırmayı başarmadan bilişsel ve davranışsal tepkileri değiştirmek hedeflenirse kronik ağrısı olan hastalar için olumlu sonuçlar beklenemez. Çünkü ağrı onlar için hâlâ bir zarar belirtisidir (Nijs et al., 2011).

ANE, temel ağrı fizyolojisini açıklayan ve akut nosisepsiyon ile kronik ağrıyı karşılaştıran ilk yüz yüze seanstan oluşabilir. Ağrı fizyolojisi hakkında yazılı bilgilerin 1. ve 2. seanslar arasında ev ödevi şeklinde verilmesi uygun görülmektedir. İkinci seansa başlamadan önce hastalara ağrı fizyolojisi hakkında edindiği bilgileri test edecek kısa bir sınav yapılabilir. Böylece yanlış bilgileri düzeltmek ve ağrı başa çıkma yöntemlerine geçişi kolaylaştırmak mümkün hale gelir.Ağrı fizyolojisi eğitimi seansları, kronik bel ağrısı, kronik omurga ağrısı, fibromiyalji ve kronik yorgunluk sendromu gibi çeşitli kronik kas-iskelet ağrısı bozuklukları olan hastalarda ağrı bilişlerini ve sağlık durumunu değiştirmede etkilidir (Barrenengoa-Cuadra et al., 2021; L. Moseley, 2002; Nijs et al., 2011; Téllez-García et al., 2015; van Ittersum et al., 2014).

Akut Ağrıda Ağrı Nörobilimi Eğitiminin Etkinliği

Akut ağrı, organizmayı olası veya mevcut bir tehditten korumaya yönelik önemli bir biyolojik yanıttır (Zimney et al., 2014). Biyomedikal yaklaşımda ağrı çoğunlukla doku hasarı ile ilişkilendirilmekte ve ağrı şiddetinin dokudaki hasarın büyüklüğüyle paralel olduğu düşünülebilmektedir (Louw et al., 2024). Bilinenin aksine güncel ağrı nörobilimi, ağrı deneyiminin yalnızca doku hasarıyla açıklanamayacağını; periferik ve merkezi sinir sistemi, bağışıklık sistemi, bilişsel süreçler, önceki deneyimler, beklentiler, korku, stres ve çevresel faktörler arasındaki karmaşık etkileşim sonucunda ortaya çıktığını göstermektedir. Bu nedenle akut ağrı varlığında doku hasarı önemli bir bileşen olmakla birlikte, ağrı deneyiminin kendisi doğrudan bir "doku hasarı ölçümü" olarak kabul edilmemelidir.(Louw et al., 2024; Wang et al., 2026).

Ağrıyı Etkileyen Faktörler



Kaynak: (Louw et al., 2024; Wang et al., 2026)

Akut, subakut ve perioperatif ağrı için PNE kullanımını araştıran çalışmalar oldukça kısıtlıdır. Ameliyat öncesi PNE müdahaleleri üzerine yapılan araştırmalar, cerrahi sonuçlar, hasta deneyimleri, ağrı algısı, sinir sistemi hassasiyeti ve ameliyat sonrası sağlık hizmeti maliyetleri üzerinde olumlu etkiler göstermiştir (Louw et al., 2014, 2020, 2024). Zimney ve Louw, özellikle daha yüksek korku-kaçınma seviyelerine sahip akut ağrısı olan bireylerin PNE müdahalelerinden fayda görebileceğini belirtmektedir (Louw et al., 2019; Zimney et al., 2014) PNE'nin genellikle kalıcı ağrı vakalarında anatomik eğitimi ikinci plana atmasına rağmen, hasta beklentileri nedeniyle akut ağrı senaryolarında bir miktar anatomik eğitimin gerekli olabileceği vurgulanmaktadır (Subialka et al., 2022) Çünkü akut yaralanması olan biri ‘’Bana ne oldu?’’ sorusunu yöneltebilir. Nörobilimin akut ağrı temelinde de 4 soru karşımıza çıkmaktadır. Bunlar;

Benim neyim var?,

Ne kadar sürer?,

Bunun için ne yapabilirim?

Bunun için ne yapacaksınız? sorularıdır.

Akut ağrıda biyopsikososyal eğitim, sağlık çalışanının bireysel deneyimlerine bağlı olarak terminoloji, açıklamalar ve zaman çizelgeleri açısından farklılık gösterebilir. Bununla beraber bu eğitimin asıl amacı korku ve kaygıyı hafifletmek, güvence vermek ve hastanın ilerlemesi için net bir rehberlik sağlamaktır. Akut ağrı yönetimi ile kronik ağrının da önlenebileceği unutulmamalıdır (Louw et al., 2024; Subialka et al., 2022).

Mevcut kanıtlar PNE'nin akut ağrıda ağrı şiddeti, analjezik gereksinimi, ağrıyı felaketleştirme, duyarlılık ve iyileşme kalitesi gibi çeşitli sonuçlar üzerinde potansiyel yarar sağlayabileceğini düşündürmektedir. Bununla birlikte akut kas-iskelet yaralanmaları ve spor yaralanmaları gibi farklı klinik popülasyonlarda PNE'nin etkinliğini belirlemek için daha fazla yüksek kaliteli randomize kontrollü çalışmaya ihtiyaç vardır. Bu nedenle PNE, akut ağrı yönetiminde farmakolojik ve fiziksel tedavilerin yerine geçen bir yaklaşım olarak değil; hastanın ağrı deneyimini anlamasını, güvenli hareket etmesini ve rehabilitasyona aktif katılımını destekleyen biyopsikososyal bir klinik araç olarak değerlendirilmelidir (Louw et al., 2014, 2019, 2024; Peng et al., 2025; Subialka et al., 2022; Wang et al., 2026; Zimney et al., 2014).

Akut ağrıda cevaplanması gereken sorular



Kaynak: (Louw et al., 2024).

Kronik Ağrıda Ağrı Nörobilimi Eğitiminin Etkinliği

Kronik kas-iskelet sistemi (MSK) bozuklukları, dünya genelinde önemli bir halk sağlığı sorunu oluşturmaktadır. Kronik ağrı, üç ay veya daha uzun süre devam eden veya normal doku iyileşme süresinin ötesinde persiste eden ağrı olarak tanımlanmaktadır. Akut ağrının aksine, kronik ağrı her zaman devam eden bir doku hasarını yansıtmaz; doku iyileşmiş olsa dahi sinir sistemindeki duyarlılık değişiklikleri ağrının devam etmesine katkıda bulunabilir. Bunun yanı sıra stres, uyku, korku, ağrıya ilişkin inançlar, beklentiler, önceki deneyimler ve duygusal durum gibi biyopsikososyal faktörler de ağrı deneyiminin oluşmasında ve sürdürülmesinde rol oynayabilir. Kronik MSK ağrısı, bireylerin günlük yaşam aktivitelerini ve fiziksel işlevlerini azaltarak yaşam kalitesini olumsuz etkileyebildiği gibi anksiyete, öfke, hayal kırıklığı ve depresif duygu durumu gibi çeşitli duygusal sorunlara da eşlik edebilir. Bu nedenle kronik ağrının yalnızca yapısal veya biyomedikal bir sorun olarak değil, biyolojik, psikolojik ve sosyal faktörlerin etkileşimi sonucunda ortaya çıkan karmaşık bir deneyim olarak ele alınması gerekmektedir. Son yıllarda artan kanıtlar, kronik MSK ağrısı olan bireylerin ağrı deneyiminde rol oynayan nörobiyolojik ve nörofizyolojik süreçler hakkında bilgilendirilmesini amaçlayan bir eğitim yaklaşımı olan Ağrı Nörobilim Eğitimi'nin (Pain Neuroscience Education, PNE) kullanımını desteklemektedir.(Barrenengoa-Cuadra et al., 2021; Lepri et al., 2023; Louw et al., 2011; G. L. Moseley, 2003; L. Moseley, 2002) Kronik kas iskelet sistemi ağrı algısının arkasındaki mekanizmaları bilmek ve anlamak, ağrı yaşayanlarda ağrı tehdidin değerlendirilmesini azaltabilir ve hastanın ağrı süreciyle ilgili bilişini ve buna ilişkin tutumlarını değiştirebilir (L. Moseley, 2002) PNE'nin temel taşlarından biri olan ağrıyı yeniden kavramsallaştırma kavramı, hastaların ağrıları algıladıklarından farklı görmelerini amaçlamaktadır. Hastalar hala ağrıyı

deneyimleseler bile, ağrı yaşamalarının sebebi dokularından kaynaklanan bir problem değil sinir sisteminin duyarlılığı ile ilişkili olduğunu bilirler. Ağrıya rağmen hareket etmenin, egzersiz yapmanın, meşgul olmanın ve günlük aktivitelere devam etmenin değerli olduğunu ve ağrı için ek bakıma ihtiyaçlarının olmadığını kavrarlar. Bu davranış değişikliği bireylerin yaşantılarının farklı yönlerine adapte edilebilir. Örneğin herhangi bir hastanın sağlık durumunu, sigara içme alışkanlığını, kilo kontrolünü değiştirmenin anahtarı olabilir. (Barrenengoa-Cuadra et al., 2021; Lepri et al., 2023; Louw et al., 2011)

John Nijs ve ark. MSK uygulamasında PNE yönetimi için kılavuzlar geliştirmiştir (Nijs et al., 2011). Kronik kas-iskelet ağrısı olan hastalarda PNE için klinik kılavuzlar sağlanmış olsa da hastanın tedaviye inancı ve uyumu gibi birçok sorun devam etmektedir. Açıklanamayan' kronik kas-iskelet ağrısı olan ve ağrı hakkında yanlış bilgilendirilen hastalar, ağrılarını daha tehdit edici olarak algılar ve daha düşük ağrı toleransı, daha felaket düşünceleri ve daha az adaptif başa çıkma stratejileri gösterirler.

Yazılı eğitim materyaliyle birlikte yüz yüze gerçekleştirilen ağrı fizyolojisi eğitimi oturumlarının, kronik bel ağrısı, fibromiyalji ve kronik yorgunluk sendromu gibi çeşitli kronik kas-iskelet sistemi ağrı bozuklukları olan hastalarda ağrı algılarını ve sağlık durumlarını değiştirmede etkili olduğu sonucuna varılmıştır. (Nijs et al., 2011)

Kronik bel ağrısı olan hastalarda, ağrı fizyolojisi eğitimi ağrı algılarını değiştirmede ve egzersiz yaklaşımlarıyla beraber kullanıldığında bel ağrılı hastaların işlevsel ve semptomatik sonuçlarını iyileştirdiği bulunmuştur (L. Moseley, 2002; Nijs et al., 2011). Kronik bel ağrısı yaşayan hastalara 8 hafta boyunca haftada iki kez, seans başına 30 dakika boyunca PNE ile lumbal stabilizasyon egzersizlerinin uygulanması tek başına lumbal stabilizasyon egzersizlerine kıyasla sırt karın kas kuvveti ve ağrıda daha fazla iyileşme sağlamıştır (Kim et al., 2022). NE, Manuel

Terapi ve Ev egzersiz programını içeren multimodal bir tedavi programı kısa vadede (4 hafta) ve orta vadede (12 hafta) sırt performansını iyileştirmede ve ağrı, sakatlık kinezyofobiyi azaltmada etkili bulunmuştur(Saracoglu, Arik, et al., 2022). Değişen ağrı algıları, kronik ağrı yaşayanlarda doğrudan değişen hareket performansıyla ilişkili bulunmuştur. Bu durum motor performansın doğrudan ağrı algıları tarafından sınırlanabileceği anlamına gelir (Nijs et al., 2011).

Saracoğlu ve ark. FM sendromlu hastalarda adjuvan tedavi olarak NE'nin, FM hastalarında fonksiyonel durumu, ağrı şiddetini, felaketleştirmeyi ve depresyonu iyileştirmek için egzersizin de içinde bulunduğu multimodal bir yaklaşımla uygulanması gerektiğini bildirmiştir. NE'yi içeren multimodal tedavinin en büyük etkisi, psikolojik ölçümlerin yanı sıra fonksiyonel durum ve ağrı şiddeti üzerinde de etkilidir. Son zamanlarda yapılan çalışmalar incelendiğinde FM için NE dozu 20 ila 120 dakika arasında değişmekte olup, NE süresi 6 seanstan 12 seansa kadar değişmektedir. Kılavuzlarda optimum dozaj ve sürenin klinisyenlerin ve katılımcıların tercihine göre değiştirilebileceği belirtilmesine rağmen, gelecekteki çalışmalarda optimum doz üzerinde çalışılmalıdır (Saracoglu, Akin, et al., 2022) FM hastalarda 12 haftalık takip süresince farmakolojik tedaviye 6 haftalık NE seanslarının eklenmesinin FM'de fonksiyonel durumu, yaygın ağrı basınç eşiğini ve kinezyofobi düzeyini iyileştirmede başarılı olduğu gösterilmiştir (Saracoglu et al., 2021). NE Barrenengoa ve ark önerdiği şekilde her biri 2 saat süren 6 hafta boyunca FM hastalarında uygulanmıştır. Ayrıca NE; propriosepsiyon egzersizleri, esneklik ve kuvvet içeren farklı egzersizlerle birleştirilmiştir. Tedavi sonunda FM hastalarının ağrı, günlük yaşam aktiviteleri, ağrı felaketleştirme düşüncesi, anksiyete, depresyon ve fonksiyonel kapasitede anlamlı iyileşmeler görülmüştür (Areso-Bóveda et al., 2022).

Kronik yorgunluk sendromu olan hastalarda NE, ağrı felaketleştirme ve ağrı davranışı gibi ağrı algılarını değiştirmektedir (Meeus et al., 2010).

NE ağrı fizyolojisi eğitimi sayesinde kas iskelet sistemi ağrılarında etkili bir tedavi stratejisi olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda kronik kas-iskelet sistemi ağrısının yönetiminde NE ve egzersizin birleştirilmesinin, yalnızca egzersize kıyasla ağrı, sakatlık, kinezyofobi ve ağrı felaketleştirmesinde daha büyük kısa vadeli iyileşmelerle sonuçlandığını göstermektedir (Kim et al., 2022; Saracoglu, Arik, et al., 2022; Siddall et al., 2022)

Sonuç olarak, bireyin ağrı deneyimini ve ağrıya ilişkin anlamlandırmasını değiştirmeyi hedefleyen Ağrı Nörobilim Eğitimi (PNE), özellikle kas-iskelet sistemi ağrılarının yönetiminde önemli bir klinik yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. PNE'nin temel amacı ağrıyı doğrudan ortadan kaldırmaktan ziyade, bireyin ağrıya ilişkin yanlış veya tehdit edici inançlarını yeniden değerlendirmesine ve ağrıyı daha doğru bir nörobiyolojik çerçevede anlamlandırmasına yardımcı olmaktır. Ağrının yeniden kavramsallaştırılması (reconceptualization) sayesinde bireyin dikkatinin yalnızca mevcut ağrının şiddetine, olası doku hasarına veya ağrının olumsuz sonuçlarına odaklanması yerine, ağrı deneyiminin altında yatan nörofizyolojik süreçlere yönlendirilmesi amaçlanmaktadır. Bu yaklaşım, özellikle ağrının her zaman devam eden bir doku hasarının göstergesi olmadığı ve ağrı deneyiminin biyolojik, psikolojik ve sosyal faktörlerden etkilenebildiği konusunda bireyin farkındalığını artırabilir. Böylece ağrıya yönelik korku, tehdit algısı, felaketleştirme ve kaçınma davranışlarının azaltılması; güvenli hareket ve fiziksel aktiviteye katılımın desteklenmesi ve bireyin rehabilitasyon sürecindeki aktif rolünün güçlendirilmesi mümkün olabilir. Bununla birlikte PNE'nin klinik etkisinin yalnızca hastaya verilen bilginin içeriğine değil, bu bilginin nasıl aktarıldığına, hastanın mevcut bilgi düzeyine, inançlarına, beklentilerine ve

klinisyenin ağrı nörobilimi konusundaki bilgi ve iletişim becerilerine de bağlı olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle klinisyenlerin ağrı fizyolojisi ve nörobilimi konusunda yeterli bilgi ve farkındalığa sahip olması, PNE'nin etkili ve doğru bir şekilde uygulanabilmesi açısından önem taşımaktadır. PNE'nin yalnızca teorik bir eğitim olarak kalmaması; değerlendirme, hasta iletişimi, egzersiz, fonksiyonel aktivite ve diğer rehabilitasyon uygulamalarıyla bütünleştirilerek klinik pratiğin bir parçası haline getirilmesi gerekmektedir. Bu doğrultuda, sağlık profesyonellerinin PNE konusunda farkındalıklarının artırılması, kanıta dayalı eğitim programlarının yaygınlaştırılması ve PNE'nin klinik uygulamalara sistematik biçimde entegre edilmesi, ağrı yönetiminde biyopsikososyal yaklaşımın güçlendirilmesine önemli katkı sağlayabilir.

Kaynakça

Areso-Bóveda, P. B., Mambrillas-Varela, J., García-Gómez, B., Moscosio-Cuevas, J. I., González-Lama, J., Arnaiz-Rodríguez, E., del Barco, M. B. A. ve Teodoro-Blanco, P. S. (2022). Effectiveness of a group intervention using pain neuroscience education and exercise in women with fibromyalgia: A pragmatic controlled study in primary care. BMC Musculoskeletal Disorders, 23(1), 323. DOI: 10.1186/s12891-022-05284-y.

Barrenengoa-Cuadra, M. J., Muñoa-Capron-Manieux, M., Fernández-Luco, M., Angón-Puras, L. Á., Romón-Gómez, A. J., Azkuenaga, M., Etxebarria, A., Orrantia, G., Pikaza, A., Uribe-Etxebarria, L., Zorrilla, A., Larrinaga, G., Arana-Arri, E. ve Gracia-Ballarín, R. (2021). Effectiveness of a structured group intervention based on pain neuroscience education for patients with fibromyalgia in primary care: A multicentre randomized open-label controlled trial. European Journal of Pain, 25(5), 1137–1149. DOI: 10.1002/ejp.1738.

Henrotin, Y. E., Cedraschi, C., Duplan, B., Bazin, T. ve Duquesnoy, B. (2006). Information and low back pain management. Spine, 31(11), E326–E334. DOI: 10.1097/01.brs.0000217620.85893.32.

Kim, K.-S., An, J., Kim, J.-O., Lee, M.-Y. ve Lee, B.-H. (2022). Effects of pain neuroscience education combined with lumbar stabilization exercise on strength and pain in patients with chronic low back pain: Randomized controlled trial. Journal of Personalized Medicine, 12(2), 303. DOI: 10.3390/jpm12020303.

Lepri, B., Romani, D., Storari, L. ve Barbari, V. (2023). Effectiveness of pain neuroscience education in patients with chronic musculoskeletal pain and central sensitization: A systematic review. International Journal of Environmental Research and Public Health, 20(5), 4098. DOI: 10.3390/ijerph20054098.

Louw, A., Diener, I., Butler, D. S. ve Puentedura, E. J. (2011). The effect of neuroscience education on pain, disability, anxiety, and stress in chronic musculoskeletal pain. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 92(12), 2041–2056. DOI: 10.1016/j.apmr.2011.07.198.

Louw, A., Diener, I., Landers, M. R. ve Puentedura, E. J. (2014). Preoperative pain neuroscience education for lumbar radiculopathy. Spine, 39(18), 1449–1457. DOI: 10.1097/BRS.0000000000000444.

Louw, A., Farrell, K., Choffin, B., Foster, B., Lunde, G., Snodgrass, M., Sweet, R., Weitzel, M., Wilder, R. ve Puentedura, E. J. (2019). Immediate effect of pain neuroscience education for recent onset low back pain: An exploratory single arm trial. Journal of Manual & Manipulative Therapy, 27(5), 267–276. DOI: 10.1080/10669817.2019.1624006.

Louw, A., Rico, D., Langerwerf, L., Maiers, N., Diener, I. ve Cox, T. (2020). Preoperative pain neuroscience education for shoulder surgery: A case series. South African Journal of Physiotherapy, 76(1). DOI: 10.4102/sajp.v76i1.1417.

Louw, A., Schuemann, T., Zimney, K. ve Puentedura, E. J. (2024). Pain neuroscience education for acute pain. International Journal of Sports Physical Therapy, 19(6). DOI: 10.26603/001c.118179.

Meeus, M., Nijs, J., Van Oosterwijck, J., Van Alsenoy, V. ve Truijen, S. (2010). Pain physiology education improves pain beliefs in patients with chronic fatigue syndrome compared with pacing and self-management education: A double-blind randomized controlled trial. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 91(8), 1153–1159. DOI: 10.1016/j.apmr.2010.04.020.

Melzack, R. (2001). Pain and the neuromatrix in the brain. Journal of Dental Education, 65(12), 1378–1382. DOI: 10.1002/j.0022-0337.2001.65.12.tb03497.x.

Morr, S., Shanti, N., Carrer, A., Kubeck, J. ve Gerling, M. C. (2010). Quality of information concerning cervical disc herniation on the Internet. The Spine Journal, 10(4), 350–354. DOI: 10.1016/j.spinee.2010.02.009.

Moseley, G. L. (2003). A pain neuromatrix approach to patients with chronic pain. Manual Therapy, 8(3), 130–140. DOI: 10.1016/S1356-689X(03)00051-1.

Moseley, L. (2002). Combined physiotherapy and education is efficacious for chronic low back pain. Australian Journal of

Physiotherapy, 48(4), 297–302. DOI: 10.1016/S0004-9514(14)60169-0.

Nestler, E. J. (2026). The human brain: Medicine's last frontier. Current Opinion in Neurobiology, 98, 103189. DOI: 10.1016/j.conb.2026.103189.

Nijs, J., Paul van Wilgen, C., Van Oosterwijck, J., van Ittersum, M. ve Meeus, M. (2011). How to explain central sensitization to patients with 'unexplained' chronic musculoskeletal pain: Practice guidelines. Manual Therapy, 16(5), 413–418. DOI: 10.1016/j.math.2011.04.005.

Peng, L., Liu, X., Wang, W. ve Zhang, D. (2025). The effect of peri-operative pain neuroscience education on pain and recovery in adult patients receiving laparoscopic inguinal hernia repair. Scientific Reports, 15(1), 3039. DOI: 10.1038/s41598-025-86534-6.

Saracoglu, I., Akin, E. ve Aydin Dincer, G. B. (2022). Efficacy of adding pain neuroscience education to a multimodal treatment in fibromyalgia: A systematic review and meta-analysis. International Journal of Rheumatic Diseases, 25(4), 394–404. DOI: 10.1111/1756-185X.14293.

Saracoglu, I., Arik, M. I., Afsar, E. ve Gokpinar, H. H. (2022). The effectiveness of pain neuroscience education combined with manual therapy and home exercise for chronic low back pain: A single-blind

randomized controlled trial. Physiotherapy Theory and Practice, 38(7), 868–878. DOI: 10.1080/09593985.2020.1809046.

Saracoglu, I., Leblebicier, M. A., Yaman, F. ve Kavuncu, V. (2021). Pain neuroscience education combined with usual treatment for fibromyalgia syndrome: A randomized controlled trial. International Journal of Rheumatic Diseases, 24(11), 1409–1418. DOI: 10.1111/1756-185X.14223.

Seblani, M., Brezun, J., Féron, F. ve Hoquet, T. (2024). Rethinking plasticity: Analysing the concept of “destructive plasticity” in the light of neuroscience definitions. European Journal of Neuroscience, 60(5), 4798–4812. DOI: 10.1111/ejn.16487.

Siddall, B., Ram, A., Jones, M. D., Booth, J., Perriman, D. ve Summers, S. J. (2022). Short-term impact of combining pain neuroscience education with exercise for chronic musculoskeletal pain: A systematic review and meta-analysis. Pain, 163(1), e20–e30. DOI: 10.1097/j.pain.0000000000002308.

Subialka, J. A., Smith, K., Signorino, J. A., Young, J. L., Rhon, D. I. ve Rentmeester, C. (2022). What do patients referred to physical therapy for a musculoskeletal condition expect? A qualitative assessment. Musculoskeletal Science and Practice, 59, 102543. DOI: 10.1016/j.msksp.2022.102543.

Téllez-García, M., de-la-Llave-Rincón, A. I., Salom-Moreno, J., Palacios-Ceña, M., Ortega-Santiago, R. ve Fernández-de-las-Peñas,

C. (2015). Neuroscience education in addition to trigger point dry needling for the management of patients with mechanical chronic low back pain: A preliminary clinical trial. Journal of Bodywork and Movement Therapies, 19(3), 464–472. DOI: 10.1016/j.jbmt.2014.11.012.

van Ittersum, M. W., van Wilgen, C. P., van der Schans, C. P., Lambrecht, L., Groothoff, J. W. ve Nijs, J. (2014). Written pain neuroscience education in fibromyalgia: A multicenter randomized controlled trial. Pain Practice, 14(8), 689–700. DOI: 10.1111/papr.12137.

Van Oosterwijck, J., Nijs, J., Meeus, M., Truijen, S., Craps, J., Van den Keybus, N. ve Paul, L. (2011). Pain neurophysiology education improves cognitions, pain thresholds, and movement performance in people with chronic whiplash: A pilot study. The Journal of Rehabilitation Research and Development, 48(1), 43. DOI: 10.1682/JRRD.2009.12.0206.

Wang, X., Li, W., Wang, F., Liu, Y., Zhao, Q., Liu, J. ve Zhu, Y. (2026). Combined pain neuroscience education and progressive muscle relaxation for post-thoracoscopic pain. Pain Management Nursing. DOI: 10.1016/j.pmn.2026.03.024.

Weiner, B. K. (2008). Spine update. Spine, 33(2), 219–223. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181604572.

Zimney, K., Louw, A. ve Puentedura, E. J. (2014). Use of therapeutic neuroscience education to address psychosocial factors associated with acute low back pain: A case report. Physiotherapy Theory and Practice, 30(3), 202–209. DOI: 10.3109/09593985.2013.856508.

BÖLÜM 2

AŞİL TENDİNOPATİSİNDE PROGRESİF EGZERSİZ REHABİLİTASYONUNUN DOZ-YANIT İLİŞKİSİ ÜZERİNE ETKİLERİ

Mehmet ÇAKIROĞLU[1]

GİRİŞ

Aşil tendinopatisi, Aşil tendonunda ağrı ve şişliğe, ayrıca fonksiyonel performansta azalmaya yol açabilen rahatsızlıktır (Moonot & Dakhode, 2024; Opdam et al., 2021). Muayenede palpasyonla hassasiyet ve bazı olgularda tendon kalınlaşması saptanabilir. Hastalar sabahları veya istirahat sonrasındaki ilk hareketlerde ağrı ya da tutukluk bildirebilir. Egzersiz sırasında rahatsızlık seansın başlangıcında ve sonunda belirginleşebilir. Bu yakınmalar günlük yaşamı veya sportif aktiviteleri kısıtlayabilir (Moonot & Dakhode, 2024). Klinik tablonun gelişiminde içsel ve dışsal birçok faktör rol oynar. Anatomik yerleşimine göre ise insersiyonel ve noninsersiyonel (orta bölüm) olarak sınıflandırılır. Risk faktörlerinin ve bireyin biyomekaniğinin değerlendirilmesi tanı ve tedavi yönetimine katkı sağlar (Moonot & Dakhode, 2024).

Aşil tendonu ile ilişkili bozukluklarda terminolojinin tutarlı kullanılması önemlidir (Opdam et al., 2021). “Tendinit” terimi, tendonda inflamasyon bulunduğunu düşündürür. Ancak hasarlı tendonda inflamasyonun varlığı klinik olarak güvenilir biçimde belirlenemeyebilir (Moonot & Dakhode, 2024). Bu nedenle klinikte

1 Dr., Kahramanmaraş Özel İlgi Özel Rehabilitasyon Merkezi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ORCID: 0000-0002-9692-8203

“tendinit” yerine “tendinopati” teriminin kullanılması önerilmektedir (Moonot & Dakhode, 2024; Opdam et al., 2021).

Fiziksel egzersiz yapan bireylerde Aşil tendinopatisi prevalansı yaklaşık %6 olarak bildirilmiştir. Alt grup analizinde prevalans, 45 yaş ve üzerindeki bireylerde %8’e ulaşmıştır (Wang et al., 2022). Hastalığın etkisi görülme sıklığıyla sınırlı değildir. Kronik orta bölüm Aşil tendinopatisi olan yetişkinlerde ağrı ve işlev kaybının hareketliliği, olağan aktiviteleri ve iş verimliliğini kısıtlayabildiği bildirilmiştir (Sleeswijk Visser et al., 2021). Ayrıca yaşam kalitesi ve psikolojik iyilik hâlini de olumsuz etkileyebildiği belirtilmektedir (Verges et al., 2022).

Konservatif tedavide ise tendon yükleme egzersizleri, ağrıyı azaltmak ve fonksiyonu geliştirmek amacıyla ilk basamak yaklaşım olarak kabul edilmektedir (Chimenti et al., 2024). Tam istirahat yerine kişinin günlük ve sportif aktivitelerini ağrı toleransı içinde sürdürmesi; egzersiz yükünün ise semptomları ve fonksiyonel kapasitesi dikkate alınarak ilerletilmesi esastır. Egzersiz sıklığının haftada en az üç kez planlanması ve yoğunluğun bireyin tolere edebildiği ölçüde yüksek tutulması önerilmektedir (Chimenti et al., 2024).

AŞİL TENDONUNDA YÜKLENME VE TENDON ADAPTASYONU

Aşil tendonu, gastroknemius ve soleus kaslarından gelen kuvveti kalkaneusa aktararak ayak bileğinin plantar fleksiyonuna katkı sağlar. Yürüme, koşma ve sıçrama sırasında elastik enerjiyi depolayıp geri vermesi de temel biyomekanik özelliklerindendir (Traweger et al., 2025).

Tendonun yük taşıma kapasitesi yalnızca kollajen miktarına değil, liflerin organizasyonuna ve matriksin özelliklerine de bağlıdır. Kollajen düzenindeki bozulmalar tendonun mekanik davranışını ve kuvvet aktarımını etkileyebilir. İnsan Aşil tendonundan alınan örneklerle yapılan bir çalışmada, tendonun mekanik özelliklerinin kollajen organizasyonuyla ilişkili olduğu bildirilmiştir. Aynı

çalışmada ileri glikasyon son ürünleri ile mekanik özellikler arasında anlamlı bir ilişki gösterilememiştir (Zellers et al., 2021).

Tendon, mekanik yüklenmeyi hücresel yanıtlara dönüştüren mekanotransdüksiyon süreçleriyle uyaranlara yanıt verir. Bu süreçte mekanik uyaranlara duyarlı reseptörler ve iyon kanalları hücre içi sinyal yolaklarını etkileyebilir. Uygun düzeydeki yüklenmenin tenositlerin anabolik yanıtını ve tendon matriksinin yenilenmesini destekleyebildiği belirtilmektedir. Tip I kollajen üretimi ve tendonla ilişkili genlerin ekspresyonu bu yanıtın bileşenleri arasındadır (Nakamichi & Asahara, 2024).

Yüklenmeye bağlı tendon adaptasyonunda dokuda oluşan gerinim düzeyi önem taşır. Sağlıklı alt ekstremite tendonlarını inceleyen bir sistematik derleme ve meta-analizde, mekanik yüklenmenin tendon sertliği, elastik modül ve kesit alanında artışla ilişkili olduğu bildirilmiştir. Yüksek gerinim oluşturan direnç egzersizleri sertlik ve elastik modülde daha belirgin artışlarla ilişkiliyken, egzersizin göreli şiddeti, süresi, toplam hacmi ve kontraksiyon tipinin etkilerine ilişkin bulgular tutarlı değildir (Lazarczuk et al., 2022). Bu nedenle egzersiz dozunun farklı bileşenlerinin tendon adaptasyonunu nasıl etkilediği, rehabilitasyon programlarının planlanmasında temel bir soru olarak öne çıkmaktadır.

EGZERSİZ REHABİLİTASYONUNDA YÜKLEME YAKLAŞIMLARI VE DOZ PARAMETRELERİ

Aşil tendinopatisinde egzersiz programı planlanırken egzersiz türünün yanı sıra yükün şiddeti, hacmi ve sıklığı da dikkate alınmalıdır. Orta bölüm Aşil tendinopatisinde egzersiz dozunu değerlendiren, 17 uzmanın katıldığı modifiye Delphi çalışmasında kontraksiyon şiddeti en önemli parametre olarak sıralanmıştır. Toplam gerilim altında kalma süresi, tekrar ve set sayısı ile kontraksiyon tipi de uzlaşı sağlanan parametreler arasındadır.

İnsersiyonel tutulumda dorsifleksiyon aralığı öne çıkmış; şiddet, tekrar ve set sayısı da önemli bulunmuştur. Bununla birlikte, tüm parametreler birlikte sıralandığında şiddet dorsifleksiyon aralığının üzerinde yer almıştır. Egzersiz sıklığı, setler arasındaki dinlenme süresi ve egzersiz sırasında ortaya çıkan ağrının rehabilitasyon sonucuna etkisi konusunda uzlaşı sağlanmamıştır (Demangeot et al., 2025).

Direnç egzersizlerinin doz bileşenlerini inceleyen bir çalışmada 5 farklı tendinopati bölgesindeki araştırmalar değerlendirilmiştir. Vücut ağırlığına ek yük kullanılan egzersiz programları, yalnızca vücut ağırlığıyla yapılan programlara kıyasla ağrı, yetersizlik ve fonksiyon açısından daha olumlu sonuçlarla ilişkili bulunmuştur. Yaşam kalitesi ve fiziksel kapasite sonuçlarında ise benzer bir ilişki gösterilmemiştir (Pavlova et al., 2023).

İnsersiyonel Aşil tendinopatisinde ayak bileği dorsifleksiyonu, Aşil tendonunun derin liflerine kalkaneusun üst faseti karşısında uygulanan kompresif kuvvetleri artırabilir. Demangeot ve arkadaşları (2025), rehabilitasyonun erken evrelerinde dorsifleksiyonun en aza indirilmesini veya önlenmesini; tam fonksiyonel hareket açıklığının ise ilerleyen evrelerde kontrollü ve kademeli olarak yeniden kazandırılmasını önermektedir. Kronik insersiyonel Aşil tendinopatisi olan spor yapan bireylerde yürütülen çalışmada düşük ve yüksek kompresyonlu programlar karşılaştırılmıştır. Düşük kompresyonlu programda egzersiz sırasında dorsifleksiyon sınırlandırılmış, triseps surae kas grubuna yönelik germe egzersizleri çıkarılmış ve topuk yükseltici kullanılmıştır. Bu programda Aşil tendinopatisine özgü Victorian Institute of Sport Assessment–Achilles (VISA-A) ölçeği puanları 12. ve 24. haftalarda daha fazla iyileşmiştir (Pringels et al., 2025).

İzometrik egzersizler, eklem hareketi oluşturmadan kas-tendon ünitesine yük verilmesini sağlar. Kronik orta bölüm Aşil tendinopatisi olan hastalarda izometrik ve izotonik plantar fleksör egzersizleri uygulanmıştır. Her iki egzersizden sonra sıçrama testi sırasında ölçülen ağrı, istirahat durumuna kıyasla anlamlı ölçüde azalmamıştır. Bu bulgu, izometrik egzersizlerin anlık ağrı giderme amacıyla kullanımını desteklememekte; uzun süreli yükleme programlarındaki olası rollerini ise tek başına açıklamamaktadır (van der Vlist et al., 2020).

Yüksek şiddetli izometrik yükleme, uzun süreli rehabilitasyon programlarında da incelenmiştir. Kronik Aşil tendinopatisi olan bireylerle yürütülen çalışmada bu yaklaşım, Alfredson eksantrik protokolü ve pasif tedaviyle karşılaştırılmıştır. Yük, maksimum istemli izometrik kontraksiyonun yaklaşık %90'ı olarak belirlenmiştir. Katılımcılar 3 saniyelik kontraksiyonlarla 5 set ve her sette 4 tekrar yapmıştır. Program haftada 4 seans ve 12 hafta sürmüştür. Tendon sertliği ve kesit alanındaki artış yalnızca izometrik egzersiz grubunda görülmüş, klinik sonuçlarda 3 grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır (Radovanović et al., 2022).

Eksantrik egzersizler Aşil tendinopatisinde en sık kullanılan yükleme yaklaşımlarındandır (Pavlova et al., 2023). Alfredson protokolünde diz ekstansiyonda ve diz fleksiyonda ayak bileği plantar fleksörlerine yönelik eksantrik egzersizler günde 2 kez, haftada 7 gün ve 12 hafta uygulanır (Alfredson et al., 1998). Alfredson protokolünden farklı olarak Silbernagel programı konsantrik ve eksantrik egzersizleri birlikte içerir. Yük zaman içinde artırılır ve ileri evrelerde daha hızlı, enerji depolama ve geri verme özelliği taşıyan egzersizlere geçilir (Silbernagel et al., 2007). Bu iki programı karşılaştıran randomize kontrollü çalışmada 1 yıllık izlemde VISA-A skorları ve günlük yaşam ile spor aktiviteleri sırasındaki ağrı açısından gruplar arasında anlamlı fark

görülmemiştir. Bununla birlikte Silbernagel grubunda daha fazla katılımcı genel iyileşme bildirmiştir (Habets et al., 2021).

Ağır yavaş direnç egzersizleri de eksantrik protokollerle karşılaştırılmıştır. Kronik orta bölüm Aşil tendinopatisi olan hastalarda her iki program da 12 hafta sonunda ağrı ve VISA-A skorlarında iyileşme sağlamış; gruplar arasındaki klinik farklar 52 haftalık izlemde de anlamlı olmamıştır. Ağır yavaş direnç grubunda egzersiz uyumu daha yüksek bulunmuştur. Programda yük, 15 tekrar maksimumundan (15 RM) başlayarak 6 RM'ye ilerletilmiştir (Beyer et al., 2015). Başlıca protokollerin doz özellikleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Aşil tendinopatisinde incelenen yükleme protokollerinin doz özellikleri

Yükleme yaklaşımı	Uygulama sıklığı ve süresi	Egzersiz dozu ve yük progresyonu
Alfredson eksantrik protokolü	Günde 2 seans, haftada 7 gün; 12 hafta	Diz ekstansiyonda ve diz fleksiyonda ayak bileği plantar fleksörlerine yönelik eksantrik egzersizler; her pozisyonda 3 set × 15 tekrar.
Silbernagel temelli konsantrik–eksantrik program	Günde 1 seans; 12 hafta	Topuk kaldırma egzersizleri 3 set × 15 tekrar uygulanır. İlerleme çift ayakla yapılan uygulamadan tek ayakla yapılan uygulamaya ve düz zeminden basamağa doğru yapılır. Egzersiz yükü 5 kg'lık artışlarla yükseltilir. Son evrede hareket hızı artırılarak pliometrik egzersizlere geçilir.
Ağır yavaş direnç egzersizleri	Haftada 3 seans; 12 hafta	Üç egzersiz de iki bacakla eşit yük kullanılarak uygulanır. 1. hafta 3 × 15 RM; 2.–3. haftalar 3 × 12 RM; 4.–5. haftalar 4 × 10 RM; 6.–8. haftalar 4 × 8 RM; 9.–12. haftalar 4 × 6 RM

Yükleme yaklaşımı	Uygulama sıklığı ve süresi	Egzersiz dozu ve yük progresyonu
İzometrik egzersiz protokolü	Haftada 4 seans; 12 hafta	Maksimum istemli izometrik kontraksiyonun yaklaşık %90'ında 5 set × 4 tekrar uygulanır; her kontraksiyon 3 saniye sürer. İlk 2 hafta yük artırılmaz. Sonrasında ağrı <6/10 ve algılanan zorlanma <3/10 olduğunda yük haftada yaklaşık %5'e kadar artırılabilir

Kaynak: Alfredson (1998); Silbernagel (2007); Habets (2021); Beyer (2015); Radovanović (2022).

REHABİLİTASYONDA KLİNİK KARAR VERME VE YÜK YÖNETİMİ

Egzersiz programı kişinin klinik tablosu, hedefleri ve işlevsel kapasitesi dikkate alınarak bireyselleştirilmelidir. İlerleme hızı, egzersiz sırasında ve sonrasında ortaya çıkan ağrı ve yorgunluk yanıtına göre ayarlanmalıdır (de Vos et al., 2021). Klinik değerlendirmede ağrının yeri, tendon yüklenmesiyle ilişkisi, sabah sertliği ve palpasyon bulguları incelenir (Matthews et al., 2021). Fiziksel işlev kapasitesi, günlük ve sportif aktivitelere katılım ile psikolojik etkenler de değerlendirilmelidir (Vicenzino et al., 2020).

Aşil tendinopatisine özgü VISA-A, ağrı, günlük işlev ve sportif aktiviteyle ilişkili sekiz maddeden oluşan hasta bildirimli bir ölçektir. Puanı 0–100 arasında değişir; yüksek puan daha az semptomu ve daha iyi işlevi gösterir (Korakakis et al., 2021). Aşil tendinopatisi için geliştirilen çekirdek sonuç setinde VISA-A'nın yanı sıra tek ayak üzerinde topuk kaldırma testi ile aktivite sırasında ve sonrasında ağrı değerlendirmeleri yer alır (de Vos et al., 2024). VISA-A puanındaki 15 puanlık değişim, klinik olarak anlamlı en küçük değişim olarak kabul edilmektedir (Stevens & Tan, 2014; Radovanović et al., 2022).

Ağrı egzersiz sırasında, hemen sonrasında ve ertesi gün izlenmelidir (Silbernagel et al., 2020; Demangeot et al., 2025). Ağrı veya sabah sertliğinde belirgin artış görülürse uygulanan yük yeniden değerlendirilmeli; gerekirse egzersiz hacmi, sıklığı, dış yükü, hızı ya da zorluk derecesi azaltılmalıdır (Silbernagel et al., 2020). Bir araştırma protokolünde yük artışı semptomlara göre düzenlenmiştir. İlk 2 hafta yük artırılmamış; sonraki dönemde ağrı 6/10'un ve algılanan zorlanma 3/10'un altındaysa haftada en fazla bir kez artırılmasına izin verilmiştir. Ağrı veya zorlanma 5/10'u aştığında yükün azaltılıp bir hafta korunması önerilmiştir (Radovanović et al., 2022). Seanslar arasındaki toparlanma süresi de yük yönetiminde dikkate alınmalıdır. Günde birden az uygulanan programların daha olumlu sonuçlarla ilişkili bulunması, toparlanma süresinin olası katkısına işaret etmektedir (Pavlova et al., 2023).

Rehabilitasyon, kişinin semptom yanıtı ve işlevsel gereksinimleri doğrultusunda izometrik ve yavaş kuvvetlendirme egzersizlerinden fonksiyonel, koşu ve pliometrik çalışmalara doğru ilerletilebilir (Mascaró et al., 2018). İlerleme ve spora dönüş kararlarında ağrı yanıtının yanı sıra tek ayak üzerinde topuk kaldırma ve sıçrama testleri ile branşa özgü işlevsel değerlendirmeler dikkate alınmalıdır (Silbernagel et al., 2020). Bu değerlendirmeler klinik kararı destekler; ancak aşamalar arası geçiş için evrensel olarak doğrulanmış ölçütler olarak görülmemelidir. Yükleme programlarına denge ve stabilizasyon egzersizleri de sensörimotor işlevleri desteklemek amacıyla eklenebilir. Sensörimotor eğitimin diğer egzersizlerle birlikte uygulandığı çalışmalarda ağrı ve işlevsel ölçümlerde iyileşmeler bildirilmiştir. Bununla birlikte, protokollerin farklılığı ve eş zamanlı müdahaleler sensörimotor eğitimin bağımsız etkisini belirlemeyi güçleştirmektedir (Kim et al., 2024).

SONUÇ

Egzersiz temelli rehabilitasyonun temel hedefi, tendonun yük toleransını ve bireyin işlevsel kapasitesini kademeli olarak geliştirmektir. Farklı yükleme protokollerini doğrudan karşılaştıran çalışmalarda ağrı ve fonksiyon açısından tutarlı bir üstünlük gösterilmemiştir. Bu nedenle egzersiz seçiminin yanı sıra, seçilen egzersizin dozlanması ve ilerletilmesi de önem taşımaktadır. Bununla birlikte, doz-yanıt ilişkisine dair doğrudan kanıt sınırlıdır.

Egzersiz reçetesi, kontraksiyon tipi ve yükün şiddeti ile hacmi dikkate alınarak düzenlenmelidir. Anatomik tutulum da göz önünde bulundurulmalı; insersiyonel tutulumda dorsifleksiyon aralığı özellikle değerlendirilmelidir. VISA-A gibi hasta bildirimli ölçümler ile tek ayak üzerinde topuk kaldırma ve sıçrama testleri klinik değerlendirmeyi destekleyebilir. Aktivite sırasındaki ve sonrasındaki ağrı yanıtı da dikkate alınmalıdır. Bu ölçümler klinik durumu ve işlevsel değişimi izlemeye yardımcı olabilir.

Klinik iyileşme, tendonun yapısal adaptasyonunu tek başına göstermez. Yük artışı ve aktiviteye dönüş kararlarında semptomlardaki azalmanın yanı sıra klinik ve işlevsel yanıt da değerlendirilmelidir. Egzersizin optimal dozu ve rehabilitasyon aşamaları arasındaki geçiş ölçütleri kesinleşmediğinden, ilerleme sabit bir süreye bağlanmamalıdır.

KAYNAKÇA

Alfredson, H., Pietilä, T., Jonsson, P., & Lorentzon, R. (1998). Heavy-load eccentric calf muscle training for the treatment of chronic Achilles tendinosis. *The American Journal of Sports Medicine, 26*(3), 360–366. https://doi.org/10.1177/03635465980260030301

Beyer, R., Kongsgaard, M., Hougs Kjær, B., Øhlenschlæger, T., Kjær, M., & Magnusson, S. P. (2015). Heavy slow resistance versus eccentric training as treatment for Achilles tendinopathy: A randomized controlled trial. *The American Journal of Sports Medicine, 43*(7), 1704–1711. https://doi.org/10.1177/0363546515584760

Chimenti, R. L., Neville, C., Houck, J., Cuddeford, T., Carreira, D., & Martin, R. L. (2024). Achilles pain, stiffness, and muscle power deficits: Midportion Achilles tendinopathy revision–2024: Clinical practice guidelines linked to the International Classification of Functioning, Disability, and Health from the Academy of Orthopaedic Physical Therapy of the American Physical Therapy Association. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 54*(12), CPG1–CPG32. https://doi.org/10.2519/jospt.2024.0302

de Vos, R.-J., van der Vlist, A. C., Zwerver, J., Meuffels, D. E., Smithuis, F., van Ingen, R., van der Giesen, F., Visser, E., Balemans, A., Pols, M., Veen, N., den Ouden, M., & Weir, A. (2021). Dutch multidisciplinary guideline on Achilles tendinopathy. *British Journal of Sports Medicine, 55*(20), 1125–1134. https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-103867

de Vos, R.-J., Gravare Silbernagel, K., Malliaras, P., Sleeswijk Visser, T., Alfredson, H., van den Akker-Scheek, I., van Ark, M., Brorsson, A., Chimenti, R., Docking, S., Eliasson, P., Farnqvist, K., Haleem, Z., Hanlon, S. L., Kaux, J.-F., Kearney, R. S., Kirwan, P. D., Kulig, K., Kumar, B., . . . Vicenzino, B. (2024). ICON 2023: International Scientific

Tendinopathy Symposium Consensus: The core outcome set for Achilles tendinopathy (COS-AT) using a systematic review and a Delphi study of professional participants and patients. *British Journal of Sports Medicine*. https://doi.org/10.1136/bjsports-2024-108263

Demangeot, Y., O'Neill, S., Degache, F., Rapin, A., Asgher, U., Alfredson, H., Chester, R., Chimenti, R. L., de Vos, R.-J., Escriche-Escuder, A., Farnqvist, K., Habets, B., Maffulli, N., Magnusson, S. P., Malliaras, P., Murphy, M. C., Purdam, C. R., Rees, J. D., Rio, E. K., . . . Taiar, R. (2025). Exercise parameters to consider for Achilles tendinopathy: A modified Delphi study with international experts. *British Journal of Sports Medicine, 59*(19), 1337–1349. https://doi.org/10.1136/bjsports-2025-110183

Habets, B., van Cingel, R. E. H., Backx, F. J. G., van Elten, H. J., Zuithoff, P., & Huisstede, B. M. A. (2021). No difference in clinical effects when comparing Alfredson eccentric and Silbernagel combined concentric-eccentric loading in Achilles tendinopathy: A randomized controlled trial. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine, 9*(10), Article 23259671211031254. https://doi.org/10.1177/23259671211031254

Kim, M.-H., Martin, W., Quarmby, A., Stoll, J., Engel, T., & Cassel, M. (2024). Effects of sensorimotor training on functional and pain outcomes in Achilles tendinopathy: A systematic review. *Frontiers in Sports and Active Living, 6*, Article 1414633. https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1414633

Korakakis, V., Whiteley, R., Kotsifaki, A., Stefanakis, M., Sotiralis, Y., & Thorborg, K. (2021). A systematic review evaluating the clinimetric properties of the Victorian Institute of Sport Assessment questionnaires for lower limb tendinopathy shows moderate to high-quality evidence for sufficient

reliability, validity and responsiveness—Part II. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 29*(9), 2765–2788. https://doi.org/10.1007/s00167-021-06557-0

Lazarczuk, S. L., Maniar, N., Opar, D. A., Duhig, S. J., Shield, A., Barrett, R. S., & Bourne, M. N. (2022). Mechanical, material and morphological adaptations of healthy lower limb tendons to mechanical loading: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine, 52,* 2405–2429. https://doi.org/10.1007/s40279-022-01695-y

Mascaró, A., Cos, M. À., Morral, A., Roig, A., Purdam, C., & Cook, J. (2018). Load management in tendinopathy: Clinical progression for Achilles and patellar tendinopathy. *Apunts. Medicina de l'Esport, 53*(197), 19–27. https://doi.org/10.1016/j.apunts.2017.11.005

Matthews, W., Ellis, R., Furness, J., & Hing, W. A. (2021). The clinical diagnosis of Achilles tendinopathy: A scoping review. *PeerJ, 9*, e12166. https://doi.org/10.7717/peerj.12166

Moonot, P., & Dakhode, S. (2024). Current concept review of Achilles tendinopathy. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma, 50*, Article 102374. https://doi.org/10.1016/j.jcot.2024.102374

Nakamichi, R., & Asahara, H. (2024). The role of mechanotransduction in tendon. *Journal of Bone and Mineral Research, 39*(7), 814–820. https://doi.org/10.1093/jbmr/zjae074

Opdam, K. T. M., Zwiers, R., Wiegerinck, J. I., van Dijk, C. N., & Ankleplatform Study Collaborative–Science of Variation Group. (2021). Increasing consensus on terminology of Achilles tendon-related disorders. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy, 29*(8), 2528–2534. https://doi.org/10.1007/s00167-021-06566-z

Pavlova, A. V., Shim, J. S. C., Moss, R., Maclean, C., Brandie, D., Mitchell, L., Greig, L., Parkinson, E., Alexander, L., Tzortziou Brown, V., Morrissey, D., Cooper, K., & Swinton, P. A. (2023). Effect of resistance exercise dose components for tendinopathy management: A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine, 57*(20), 1327–1334. https://doi.org/10.1136/bjsports-2022-105754

Pringels, L., Capelleman, R., Van den Abeele, A., Burssens, A., Planckaert, G., Wezenbeek, E., & Vanden Bossche, L. (2025). Effectiveness of reducing tendon compression in the rehabilitation of insertional Achilles tendinopathy: A randomised clinical trial. *British Journal of Sports Medicine, 59*, 640–650. https://doi.org/10.1136/bjsports-2024-109138

Radovanović, G., Bohm, S., Peper, K. K., Arampatzis, A., & Legerlotz, K. (2022). Evidence-based high-loading tendon exercise for 12 weeks leads to increased tendon stiffness and cross-sectional area in Achilles tendinopathy: A controlled clinical trial. *Sports Medicine - Open*, *8*, Article 149. https://doi.org/10.1186/s40798-022-00545-5

Silbernagel, K. G., Thomeé, R., Eriksson, B. I., & Karlsson, J. (2007). Continued sports activity, using a pain-monitoring model, during rehabilitation in patients with Achilles tendinopathy: A randomized controlled study. *The American Journal of Sports Medicine, 35*(6), 897–906. https://doi.org/10.1177/0363546506298279

Silbernagel, K. G., Hanlon, S., & Sprague, A. (2020). Current clinical concepts: Conservative management of Achilles tendinopathy. *Journal of Athletic Training*, *55*(5), 438–447. https://doi.org/10.4085/1062-6050-356-19

Sleeswijk Visser, T. S. O., van der Vlist, A. C., van Oosterom, R. F., van Veldhoven, P., Verhaar, J. A. N., & de Vos, R.-J. (2021). Impact of chronic Achilles tendinopathy on health-related

quality of life, work performance, healthcare utilisation and costs. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine, 7*, Article e001023. https://doi.org/10.1136/bmjsem-2020-001023

Stevens, M., & Tan, C.-W. (2014). Effectiveness of the Alfredson protocol compared with a lower repetition-volume protocol for midportion Achilles tendinopathy: A randomized controlled trial. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 44*(2), 59–67. https://doi.org/10.2519/jospt.2014.4720

Traweger, A., Scott, A., Kjaer, M., Wezenbeek, E., Scattone Silva, R., Kennedy, J. G., Butler, J. J., Gomez-Florit, M., Gomes, M. E., Snedeker, J. G., Dakin, S. G., & Wildemann, B. (2025). Achilles tendinopathy. *Nature Reviews Disease Primers, 11*, Article 20. https://doi.org/10.1038/s41572-025-00602-9

van der Vlist, A. C., van Veldhoven, P. L. J., van Oosterom, R. F., Verhaar, J. A. N., & de Vos, R.-J. (2020). Isometric exercises do not provide immediate pain relief in Achilles tendinopathy: A quasi-randomized clinical trial. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, 30*(9), 1712–1721. https://doi.org/10.1111/sms.13728

Verges, J., Martínez, N., Pascual, A., Bibas, M., Santiña, M., & Rodas, G. (2022). Psychosocial and individual factors affecting quality of life (QoL) in patients suffering from Achilles tendinopathy: A systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders, 23*, Article 1114. https://doi.org/10.1186/s12891-022-06090-2

Vicenzino, B., de Vos, R.-J., Alfredson, H., Bahr, R., Cook, J. L., Coombes, B. K., Fu, S. N., Gravare Silbernagel, K., Grimaldi, A., Lewis, J. S., Maffulli, N., Magnusson, S. P., Malliaras, P., Mc Auliffe, S., Oei, E. H. G., Purdam, C., Rees, J. D., Rio, E. K., Scott, A., . . . Zwerver, J. (2020). ICON 2019—International Scientific Tendinopathy

Symposium consensus: There are nine core health-related domains for tendinopathy (CORE DOMAINS): Delphi study of healthcare professionals and patients. *British Journal of Sports Medicine, 54*(8), 444–451. https://doi.org/10.1136/bjsports-2019-100894

Wang, Y., Zhou, H., Nie, Z., & Cui, S. (2022). Prevalence of Achilles tendinopathy in physical exercise: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine and Health Science, 4*, 152–159. https://doi.org/10.1016/j.smhs.2022.03.003

Zellers, J. A., Eekhoff, J. D., Walk, R. E., Hastings, M. K., Tang, S. Y., & Lake, S. P. (2021). Human Achilles tendon mechanical behavior is more strongly related to collagen disorganization than advanced glycation end-products content. *Scientific Reports, 11*, Article 24147. https://doi.org/10.1038/s41598-021-03574-4

BÖLÜM 3

HALLUKS VALGUS DEFORMİTESİNDE KLİNİK DEĞERLENDİRME

SİMGE DÖNMEZ[1]

Giriş

Halluks valgus (HV), birinci metatarsofalangeal (MTF) eklemde başparmağın laterale doğru deviasyonu ve birinci metatarsın mediale doğru açılanması ile karakterize, çok faktörlü bir ayak deformitesidir (Hardy & Clapham, 1951). Deformite yalnızca transvers plandaki açısal değişiklikle sınırlı kalmayıp, birinci metatars ve halluks çevresindeki eklem ve yumuşak doku yapılarında meydana gelen değişiklikler ile frontal düzlemde halluksun rotasyonuna ve tırnağın mediale doğru eversiyona uğramasına neden olan biyomekanik değişiklikleri de içeren kompleks bir klinik tablodur. Bu iki tip deviasyon nedeniyle deformiteyi tanımlamak için farklı terminolojik terimler kullanılmıştır (Hardy & Clapham, 1951; Tanaka vd., 1997). Ortopedik metinlerde genellikle "halluks valgus" kullanılırken podiyatristler "halluks abduktovalgus" terimini tercih etmektedir.

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

Halk arasında ise en çok “bunyon” ifadesi kullanılmaktadır (Piggott, 1960).

HV, toplumda oldukça yaygın görülen ayak deformitelerinden biridir. Küresel verileri değerlendiren bir sistematik derleme ve meta-analizde HV prevalansı %19 olarak bildirilmiş; prevalansın kadınlarda (%23,74) erkeklere (%11,43) kıyasla daha yüksek olduğu ve yaşla birlikte arttığı gösterilmiştir (Cai vd., 2023). Bununla birlikte, farklı toplumlarda kullanılan tanı yöntemlerinin ve çalışma popülasyonlarının değişkenliği nedeniyle prevalans sonuçları arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır.

HV’nin ortaya çıkmasında birden fazla neden vardır. Bunlar genetik yatkınlık, yaş, ayak yapısı, biyomekanik özellikler ve ayakkabı kullanımı gibi çok sayıda faktörün etkileşimiyle ilişkilendirilmektedir. Yakın tarihli bir sistematik derleme ve meta-analiz, kadın cinsiyet, ayak ağrısı, dar burunlu ayakkabı kullanımı, yüksek topuklu ayakkabı kullanımı, pes planus ve yaş gibi faktörlerin HV ile ilişkili olduğunu bildirmiştir (Zhang vd., 2026). Bu bulgular, deformitenin değerlendirilmesinde yalnızca lokal eklem açısına odaklanmak yerine bireyin ayak yapısının, yüklenme özelliklerinin, kas fonksiyonlarının ve günlük yaşam alışkanlıklarının birlikte değerlendirilmesinin önemini ortaya koymaktadır.

HV’nin semptomları arasında başlıca ağrı yer almaktadır. Bireylerde farklı düzeylerde ağrı ve fonksiyonel kısıtlılığa neden olabilmektedir. Özellikle birinci MTF eklem çevresinde ağrı, medial çıkıntı bölgesinde artmış basınç ve ayakkabı ile temas, bireyin günlük yaşam aktivitelerini ve fiziksel aktivite düzeyini etkileyebilmektedir. Bunun yanı sıra deformite ile ilişkili biyomekanik değişiklikler, plantar yük dağılımında ve yürüme özelliklerinde değişikliklere yol açabilir. Bu nedenle, HV’nin değerlendirmesi birçok yönü kapsayacak şekilde yapılmalıdır (Ray vd., 2019).

HV tedavisinde yaklaşım, deformitenin şiddeti, semptomların düzeyi, fonksiyonel gereksinimler ve bireyin beklentileri doğrultusunda belirlenmektedir. Cerrahi tedavi, özellikle semptomların konservatif yaklaşımlarla yeterince kontrol edilemediği ve fonksiyonel kısıtlılığın belirgin olduğu durumlarda ön plana çıkmaktadır. Bununla birlikte, konservatif yaklaşımlar, semptomların yönetilmesi, fonksiyonun geliştirilmesi ve deformitenin ilerlemesinin sınırlandırılmasıyla tedavinin önemli bir bileşenini oluşturmaktadır. Konservatif tedavi kapsamında hasta eğitimi, uygun ayakkabı kullanımı, ortez ve splintler, parmak ayırıcılar, manuel terapi, esneklik ve kuvvetlendirme egzersizleri, denge ve proprioseptif egzersizler ile çeşitli fizyoterapi uygulamalarının tek başına ya da kombine şekilde kullanılması yer almaktadır (Ying vd., 2021).

Bu bölümde HV'nin etiyolojisi, patomekanik özellikleri, fizyoterapi ve rehabilitasyon açısından klinik değerlendirilmesi ele alınacaktır.

Etiyolojisi

HV'nin etiyolojisi, tam olarak aydınlatılmamış olsa da güncel kanıtlar, deformitenin tek bir nedene bağlı olarak gelişmediğini ve genetik yatkınlık, anatomik ve yapısal özellikler, biyomekanik faktörler, yaş, cinsiyet ve çevresel etkenlerin etkileşimi sonucunda ortaya çıktığını göstermektedir. Bu nedenle HV, multifaktöriyel bir deformite olarak değerlendirilmektedir. 2026 yılında yapılan bir derlemede kadın cinsiyet, ailesel yatkınlık, dar burunlu ayakkabı kullanımı, pes planus, ayak pronasyonu ve ileri yaş gibi faktörlerin HV ile ilişkili olduğu ortaya konmuştur (Moreno-Fresco vd., 2026).

Genetik ve Ailesel Yatkınlık

HV gelişiminde genetik yatkınlığın önemli bir rol oynadığı bilinmektedir. Aile öyküsü bulunan bireylerde deformitenin daha sık

görülmesi, genetik faktörlerin HV gelişimindeki rolünü desteklemektedir. Güncel genetik çalışmalar, kollajen sentezi, ekstraselüler matriks organizasyonu ve bağ dokusu bütünlüğü ile ilişkili bazı genetik varyasyonların HV gelişimine katkıda bulunabileceğini düşündürmektedir (Moreno-Fresco vd., 2026).

Cinsiyet ve Yaş

HV, kadınlarda erkeklere göre daha sık rastlanmaktadır. Bu farklılığın yalnızca ayakkabı kullanımı ile açıklanamayacağı; anatomik özellikler, bağ dokusu özellikleri, eklem laksitesi ve biyomekanik farklılıkların da bu ilişkiye katkıda bulunabileceği düşünülmektedir (Zhang vd., 2026).

Yaş da HV ile ilişkili faktörlerden biridir. Deformitenin prevalansı yaşla birlikte artmaktadır. Yaşlanmayla birlikte eklem ve yumuşak doku özelliklerinde meydana gelen değişiklikler, kas fonksiyonundaki azalma ve plantar yük dağılımındaki değişiklikler deformitenin ortaya çıkmasına veya ilerlemesine katkı sunabilir (Ray vd., 2019).

Anatomik ve Yapısal Faktörler

Ayak iskeletinin anatomik özellikleri, birinci MTF ekleminin stabilitesi ve yük aktarım mekanizması HV gelişiminde rol oynayabilir. Özellikle birinci intermetatarsal açının (İMA) artması, birinci metatarsın uzunluğu ve morfolojisi, metatars başının şekli ve sesamoidlerin lateral yönde yer değiştirmesi HV ile ilişkili yapısal özellikler arasında gösterilmektedir. Bu değişiklikler birinci kemik hattının stabilitesini ve birinci MTF eklem üzerindeki yük dağılımını etkileyerek deformitenin gelişmesine veya ilerlemesine katkı sunabilir (Moreno-Fresco vd., 2026).

Birinci kemik hattının hipermobilitesi HV gelişiminde önemli bir faktör olabilir. Yüklenme sırasında birinci metatarsın yeterli düzeyde stabilite sağlayamaması, ön ayağın yük aktarım

mekanizmasını değiştirebilir ve birinci MTF eklem çevresindeki deforme edici kuvvetlerin artmasına katkıda bulunabilir. Bununla birlikte, birinci kemik hattı hipermobilitesinin HV'nin nedeni mi yoksa sonucu mu olduğu konusunda nedensel ilişki kesin olarak kurulamamaktadır (Moreno-Fresco vd., 2026).

Ayak İntrinsik Kasları

Ayak intrinsik kasları, medial longitudinal arkın (MLA) desteklenmesinde, parmakların kontrolünde ve yüklenme sırasında ayağın dinamik stabilizasyonunda önemli bir role sahiptir. Özellikle abdüktör hallusis kası, birinci MTF ekleminin ve MLA'nın dinamik stabilizasyonunda önemli bir kas olarak değerlendirilmektedir. Güncel sistematik derlemenin bulguları, abdüktör hallusis kas aktivitesindeki azalmanın HV ile ilişkili en tutarlı biyomekanik faktörlerden biri olduğunu göstermektedir. Değerlendirilen çalışmaların büyük bölümünü kesitsel çalışmalar oluşturduğundan, düşük kas aktivitesinin HV gelişimine katkıda bulunan bir faktör mü yoksa deformitenin sonucunda ortaya çıkan değişiklik mi olduğu kesin olarak belirlenememektedir (Moreno-Fresco vd., 2026).

Ayak Pronasyonu ve Pes Planus

Ayağın aşırı pronasyonu sırasında MLA'nın davranışının ve ayağın yüklenme mekanizmasının değişmesi, birinci kemik hattı ve birinci MTF eklem üzerindeki mekanik yükleri etkileyebilir. 2026 yılında yayımlanan bir sistematik derleme ve meta-analizde pes planusun HV ile anlamlı biçimde ilişkili olduğu bildirilmiş, ancak etki büyüklüğünün görece düşük olduğu görülmüştür (Zhang vd., 2026). Bu nedenle pes planus, HV'nin doğrudan ve tek başına nedeni olarak değerlendirilmemelidir.

Ayakkabı Kullanımı

Ayakkabı kullanımı, HV gelişiminde rol oynayabilecek önemli çevresel faktörlerden biridir. Özellikle dar burunlu ve ayağın

ön bölümünü sıkıştıran ayakkabılar, halluksun laterale doğru itilmesine ve birinci MTF eklem çevresindeki mekanik stresin artmasına neden olabilir. Yüksek topuklu ayakkabılar ise vücut ağırlığının anteriora taşınmasına neden olarak bu mekanik etkiyi güçlendirebilir (Ray vd., 2019).

Sistemik Hastalıklar

Romatoid artrit gibi inflamatuar romatizmal hastalıklarda ayak eklemlerinde ve çevre yumuşak dokularda meydana gelen değişiklikler HV gelişimine zemin hazırlayabilir. Bağ dokusunu etkileyen bazı hastalık ve sendromlarda da HV görülme riski artabilir (Ray vd., 2019).

Patofizyoloji

HV gelişiminde birinci kemik hattının stabilitesi önemli bir rol oynamaktadır. Birinci metatars ve birinci MTF ile tarsometatarsal (TMT) eklemleri çevreleyen statik ve dinamik yapıların sağladığı destek, birinci hattın stabilitesinin korunmasında etkilidir. Deformitenin başlangıcında, birinci hattın medial destek yapılarında meydana gelen gevşeme ve stabilite kaybının birinci metatarsın mediale doğru deviasyonuna zemin hazırladığı düşünülmektedir. Buna eşlik eden halluksun lateral deviasyonu ve pronasyonu, zaman içerisinde birinci TMT ekleminde varus yönündeki deformitenin ilerlemesine katkıda bulunmaktadır. Birinci metatarsın mediale doğru yer değiştirmesi ve frontal düzlemdeki rotasyonu, metatars başı ile sesamoid yapıların normal anatomik ilişkisini de etkilemektedir. Metatars başının mediale gitmesi sonucu sesamoid kompleks metatars başına göre daha lateralde konumlanmış gibi görünmektedir. Bu durum, birinci metatarsın medial sesamoid üzerinde daha belirgin şekilde yüklenmesine ve lateral sesamoidin birinci ve ikinci metatars arasındaki intermetatarsal aralığa doğru yer değiştirmesine neden olabilmektedir. Deformitenin ilerlemesiyle birlikte birinci MTF eklemindeki dizilim bozukluğu, haluksun

fleksör ve ekstansör tendonlarını da etkileyebilmektedir. Tendonların laterale doğru yer değiştirmesi (bowstring etkisi) ve eklem eksenine göre daha lateral bir hatta seyretmesi, deformiteyi artıran mekanik bir kuvvet oluşturarak kısır döngüye sokabilmektedir. Yer değiştiren abdüktör hallusis kası ise falanksın plantar fleksiyon ve pronasyonuna katkıda bulunmaktadır. Birinci MTF ekleminde görülen medial çıkıntı ise birinci metatars başının belirginleşmesinden kaynaklanmaktadır (Dayton vd., 2015; Perera vd., 2011).

Klinik Değerlendirme

Anamnez ve Hasta Öyküsü

HV'li bireyin değerlendirmesinde anamnez, deformitenin başlangıcı ve ilerleyişi, semptomların özellikleri, fonksiyonel etkilenim ve bireyin günlük yaşam alışkanlıkları hakkında bilgi edinilmesini sağlar. Öncelikle deformitenin ne zaman fark edildiği, zaman içerisinde ilerleyip ilerlemediği sorgulanmalıdır. Ayrıca ailede HV öyküsü bulunup bulunmadığı da öğrenilmelidir.

HV'li hastalar genellikle ayağın ön medial kısmında ağrı şikâyeti bildirirler. Ağrının lokalizasyonu, şiddeti, süresi, ortaya çıkma zamanı ve hangi aktivitelerle arttığı sorgulanmalıdır. Ağrının ayakkabı kullanımı, uzun süreli ayakta kalma, yürüme veya fiziksel aktivite ile ilişkisi de belirlenmelidir. Duyu değişikliği, karıncalanma ve yanma gibi nörolojik şikâyetlerin varlığı da sorgulanmalıdır. Ayrıca, çekiç parmak deformitesi veya metatarsalji nedeniyle diğer parmaklarda ağrı da bildirebilirler. Ayağın ön kısmının medial tarafında belirgin bir çıkıntı veya şişkinlik olduğunu bildirebilirler. Ayrıca genellikle medialdeki çıkıntı nedeniyle bazı ayakkabı türlerini kullanmada zorluk şikâyeti iletebilirler. Ayakkabı veya aktivite değişikliği yapsalar da semptomlarının devam ettiğini belirtirler (Ray vd., 2019).

Bireyin günlük yaşam aktiviteleri ve fonksiyonel durumu da sorgulanmalıdır. Yürüme, merdiven inip çıkma, uzun süre ayakta kalma ve günlük aktiviteler sırasında herhangi bir ağrı veya güçlük yaşanıp yaşanmadığı belirlenmelidir. Ayakkabı giyememe, belirli türdeki ayakkabıları kullanamama gibi deformitenin yaşam kalitesi üzerindeki etkileri de değerlendirmeye dahil edilmelidir.

Daha önce uygulanan tedaviler ve bunların sonuçları hakkında bilgi alınmalıdır. Daha önce HV'ye yönelik herhangi bir ortez, parmak ayırıcı kullanıp kullanmadığı sorgulanmalıdır. Son olarak bireyin kullandığı ilaçlar, eşlik eden sistemik veya romatolojik diğer hastalıklar sorgulanmalıdır.

Gözlem ve Postüral Değerlendirme

Değerlendirme, mümkün olduğunca bireyin çıplak ayakla, yük vermeden ve yük vererek farklı pozisyonlarda incelenmesini içermelidir. Böylece deformitenin statik ve yüklenme sırasında ortaya çıkan özellikleri birlikte değerlendirilebilir.

Özellikle halluksun ikinci parmağa göre olan pozisyonu incelenir. Halluksun lateral deviasyonu ve frontal düzlemdeki pronasyonunun yanı sıra metatars başının medialindeki belirginlik değerlendirilmelidir. Deformitenin ilerlemesiyle birlikte halluksun diğer parmaklara doğru yaklaşması veya ikinci parmağın üzerine binmesi ve parmaklarda eşlik eden dizilim bozuklukları görülebilir. Ayak parmaklarının genel dizilimi, çekiç parmak veya pençe parmak gibi eşlik eden deformitelerin bulunup bulunmadığı gözlenmelidir. Ayrıca, halluksun ikinci parmağa uyguladığı mekanik bası ciltte kızarıklık olup olmadığına bakılarak değerlendirilmelidir.

HV'nin yanı sıra ayak arklarının değerlendirilmesi de önem arz etmektedir. MLA'nın yüksekliği, yüklenme sırasında düşme mesafesi incelenmelidir. Özellikle aşırı pronasyon veya pes planus bulgularının eşlik edip etmediği değerlendirilerek birlikte ele alınmalıdır.

Değerlendirme sırasında bireyin statik duruşta yük dağılımı da değerlendirilmelidir. Ayakların pozisyonu, topuk dizilimi, sağ ve sol ayak arasındaki farklılıklar ve yük verme sırasında MLA'da meydana gelen aşırı çökmeler kaydedilebilir.

Gözlem sırasında cilt ve yumuşak doku özellikleri de değerlendirilebilir. Deformitenin neden olduğu veya ayakkabı kullanımına bağlı olarak oluşabilecek medial çıkıntı üzerinde kızarıklık, nasırlaşma, sürtünmeye bağlı irritasyon olup olmadığı kaydedilmelidir.

Palpasyon ve Ağrı Değerlendirmesi

HV'li bireylerde palpasyon, ağrının kaynağının ve deformiteye eşlik eden yumuşak doku değişikliklerinin belirlenmesine yardımcı olur. Özellikle birinci MTF eklem çevresi, medial eminens, sesamoid bölgesi ve birinci metatars boyunca hassasiyet ve ağrı varlığı değerlendirilmelidir. Birinci MTF ekleminin medialinde bulunan medial eminens, HV'li bireylerde sıklıkla basınç ve sürtünmeye maruz kalan bölgelerden biridir. Bu bölgede palpasyonla hassasiyet, lokal ağrı, kızarıklık, ödem veya yumuşak doku irritasyonu olup olmadığı değerlendirilmelidir. Abdüktör hallusis ve diğer intrinsik ayak kaslarının bulunduğu medial plantar bölgede kas dokusunun hassasiyeti ve palpasyonla ortaya çıkan ağrı değerlendirmeye dahil edilmelidir. Ağrı şiddetinin belirlenmesinde Numerik Ağrı Derecelendirme Ölçeği veya Vizüel Analog Skala gibi standart ölçüm araçlarından yararlanılabilir. Ağrı şiddetini sabahları, geceleri, ayakta dururken ayakkabılı, ayakta dururken ayakkabısız, çıplak ayakla yürürken ve ayakkabıyla yürürken olacak şekilde farklı durumlarda değerlendirmek faydalı olacaktır.

Eklem Hareket Açıklığının Değerlendirilmesi

HV'li bireylerde deformitenin fonksiyonel etkilerinin ve birinci kemik hattının mekanik özelliklerinin belirlenmesi açısından

önem arz etmektedir. Dorsifleksiyon açıklığı, yürümenin itme fazı sırasında halluksun fonksiyonelliği önemli olduğundan, bu hareketin kısıtlanması yürüme sırasında birinci MTF eklem üzerindeki mekanik yüklenmeyi ve ayak fonksiyonunu etkileyebilir. Bu nedenle sadece açısal değer değil, hareket sırasında ortaya çıkan ağrı, eklem sonlanma hissi ve hareket kalitesi de dikkate alınmalıdır.

Halluksun frontal düzlemdeki eklem hareketleri aktif ve pasif olarak değerlendirilmelidir. Aktif hareket sırasında bireyin halluksu kontrol edebilme düzeyi gözlenirken, pasif hareket sırasında eklem ve yumuşak dokuların hareketi kısıtlayıp kısıtlamadığı değerlendirilir. Aktif ve pasif hareket arasındaki farklılıklar, kas kontrolü ile yapısal kısıtlılığın birbirinden ayrılmasına yardımcı olabilir.

Birinci TMT ekleminin hareketliliği de değerlendirmeye eklenebilir. Özellikle birinci metatarsın dorsifleksiyon ve plantar fleksiyon yönündeki hareketliliği ile diğer metatarslarla olan ilişkisi incelenebilir. Gerekiyorsa ayak bileği dorsifleksiyon hareket açıklığı da değerlendirilmelidir. Bu eklemin bu hareketinde meydana gelen kısıtlılık, yürüyüş sırasında ayağın yüklenme biçimini etkileyebileceği için genel alt ekstremite değerlendirmesi kapsamına alınabilir.

Eklem hareket açıklığı ölçümleri gonyometre veya teknolojik olarak diğer uygun ölçüm araçları kullanılarak gerçekleştirilebilir (Jones & Curran, 2012). Ölçümlerin standart bir pozisyonda yapılması ve mümkün olduğunca aynı değerlendirici tarafından tekrarlanması ölçümlerin tekrarlanabilirliğinin ve güvenilirliğinin artırılmasına katkı sağlayabilir.

Deformitenin Şiddetinin Belirlenmesi

Deformitenin değerlendirilmesinde klinik gözlem ve fiziksel değerlendirmelerin yanı sıra, gerekirse radyografik değerlendirmelerden faydalanılabilir. Deformitenin açısal olarak

değerlendirilmesinde en sık kullanılan parametrelerden biri Halluks Valgus Açısıdır (HVA). HVA, birinci metatarsın longitudinal ekseni ile proksimal falanksın longitudinal ekseni arasındaki açıyı ifade etmektedir (Ray vd., 2019). Klinik uygulamada gonyometre kullanılarak ölçülebilir. Gonyometrik ölçüm ile radyografik ölçüm yönteminin doğrudan birbirlerinin karşılığı olmadığı unutulmamalıdır. Her iki ölçüm de genellikle yük vererek ölçülür. Bir diğer açısal parametre İMA'dır. İMA, birinci ve ikinci metatarsların longitudinal eksenleri arasındaki açıyı ifade eder ve özellikle birinci metatarsın mediale doğru yöneliminin değerlendirilmesine katkı sağlar (Ramachandran vd., 2023).

HV'nin klinik şiddetinin belirlenmesinde açısal ölçümlerin yanı sıra Manchester Ölçeği gibi standartlaştırılmış görsel sınıflandırma sistemlerinden de faydalanılabilir. Bu ölçek, HV deformitesinin standartlaştırılmış ayak görselleri ile kıyaslanarak sınıflandırılmasına dayanır. Deformitenin belirgin olmadığı veya minimal olduğu durumdan orta ve şiddetli deformiteye kadar derecelendirilmektedir (Garrow vd., 2001). Radyografik değerlendirme olanağının bulunmadığı durumlarda deformite böylece standart bir şekilde sınıflandırılabilir. Ölçümler takip amacıyla kullanılacaksa, protokolün standardize edilmesi önemlidir. Hastanın pozisyonu, ayağın yüklenme durumu, kullanılan ölçüm aracı ve referans noktaları kaydedilerek her değerlendirmede aynı tutulmalıdır.

Ayak Postürü ve Dizilim Değerlendirmesi

HV'li bireylerde ayak postürünün değerlendirilmesi, deformitenin yalnızca birinci MTF eklem düzeyindeki görünümünün değil, ayağın genel dizilimi ve yüklenme özelliklerinin de değerlendirilmesine olanak sağlar. Bu kapsamda MLA'nın yüksekliği, ön ve arka ayağın dizilimi, artmış pronasyon gibi durumlar incelenmelidir. Özellikle pes planusun HV'li

bireylerde ek olarak görülebilen bir ayak deformitesi olduğu göz önünde bulundurulduğunda, ayak postürünün değerlendirilmesi önem arz etmektedir (Ritchie vd., 2026). Ayak postürü, Ayak Postürü İndeksi kullanılarak değerlendirilebilir. Bu indeks, ayağın statik yük verme sırasında birden çok düzlemde ayağın postürünü değerlendiren 6 maddelik standardize bir değerlendirme aracıdır (Redmond vd., 2006). Türkiye'de yapılan geçerlik ve güvenilirlik çalışmasında ayak ve ayak problemi bulunan bireylerde yüksek iç tutarlılık ile intra- ve inter-değerlendirici güvenirliğe sahip olduğu bildirilmiştir (Aydin Yağcioğlu & Karapınar, 2024).

MLA'nın değerlendirilmesinde ayrıca naviküler yükseklik ve naviküler düşme testi gibi ölçümlerden de faydalanılabilir. Naviküler düşme, ayağın yüksüz pozisyonundan yük verme pozisyonuna geçtiği durumda naviküler yüksekliğinde meydana gelen değişimin değerlendirilmesine dayanır (Cornwall vd., 2008). Ancak bu ölçümlerin değerlendirici ve yöntem açısından bağımlı olabileceği göz önünde bulundurularak çalışmalarda ölçüm protokolü standardize edilmelidir.

Yük Dağılımının Değerlendirilmesi

Plantar basınç ve yük dağılımının değerlendirilmesi, HV'nin fonksiyonel sonuçlarının ortaya konulmasına yardımcı olabilir. Statik ayakta duruşta ve yürüme gibi dinamik aktiviteler sırasında yapılan plantar basınç ölçümü, halluks, metatars başları, orta ayak ve kalkaneal bölgedeki basınç, kuvvet, temas alanı ve basınç-zaman eğrisi gibi parametreler üzerinden değerlendirilebilir (Buldt vd., 2018). Plantar yük dağılımı, statik ve dinamik koşullar birlikte değerlendirilmelidir. Statik değerlendirme, ayağın yük verme pozisyonundaki dizilimi hakkında bilgi sağlarken, yürüme sırasında gerçekleştirilen plantar basınç ayağın fonksiyonel yüklenme davranışını gösterebilir. Plantar basıncın ölçülmesi aynı zamanda deformitenin yüklenme üzerinde meydana getirdiği değişiklikleri

incelemek açısından önem arz etmektedir. Güncel bir meta-analizde HV'li ayaklarda özellikle halluks bölgesindeki yüklenmenin sağlıklı ayaklara kıyasla azalabildiği bildirilmiştir (Wong vd., 2025). Bununla birlikte, plantar yük dağılımının deformitenin şiddeti, yürüme biçimi, ayakkabı kullanımı ve bireysel ayak özelliklerinden etkilenebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Kas Kuvveti ve Kas Aktivasyonu

HV'li bireylerde özellikle ayağın intrinsik kaslarının birinci MTF ekleminin stabilizasyonunda ve MLA'nın desteklenmesinde rol oynadığından, değerlendirmelere dahil edilmesi önerilmektedir. Bununla birlikte, HV deformitesi çok faktörlü bir yapıya sahip olduğundan, kas kuvvetindeki değişiklikler deformitenin tek başına nedeni olarak değerlendirilmemelidir. Ayak intrinsik kasları içerisinde abdüktör hallusis kası, halluksun abdüksiyonunda görev almasının yanı sıra MLA'nın dinamik desteğine katkıda bulunmaktadır (McKeon vd., 2015). Bu nedenle abdüktör hallusis kasının değerlendirilmesi, özellikle intrinsik ayak kaslarını hedefleyen egzersiz programlarının planlanması açısından klinik olarak yararlı olabilir.

Kas kuvveti klinik olarak manuel kas testi ile değerlendirilebileceği gibi, el tipi veya dijital dinamometreler kullanılarak objektif olarak da ölçülebilir. Manuel kas testi daha kolay uygulanmakla birlikte, değerlendiriciden etkilenebilir. Bu nedenle araştırmalarda ölçüm pozisyonunun ve değerlendiricinin mümkün olduğunca standardize edilmesi önerilmektedir.

Abdüktör hallusis kasının kuvvet değerlendirmesinde bireyin pozisyonu, ayağın sabitlenmesi, direnç uygulama noktası ve hareket yönü standardize edilmelidir. Değerlendirme sırasında başparmağın abdüksiyon hareketi izole edilmeye çalışılmalı; diğer parmakların fleksiyon veya ekstansiyonu ile yapılan kompansatuvar hareketlere izin verilmemelidir. HV'li bireylerde abdüktör hallusis kasının

aktivasyonunda ve kuvvetinde azalma görülebileceğinden, kas kuvvetinin değerlendirilmesi sırasında bireyin uygulanan dış dirence karşı yeterli kuvvet üretememesi mümkündür (Moulodi vd., 2020). Bu durum özellikle dijital dinamometre ile yapılan ölçümlerde ölçümün gerçekleştirilememesine veya elde edilen değerin güvenilirliğinin azalmasına neden olabilir. Bu nedenle değerlendirme öncesinde bireyin başparmak abdüksiyonunu doğru bir şekilde gerçekleştirebildiği ve dirençli harekete tolerans gösterebildiği kontrol edilmelidir.

Kas kuvvetinin yanı sıra motor kontrolünün değerlendirilmesi de HV rehabilitasyonunda önem taşımaktadır. Özellikle haluksun ikinci parmaktan bağımsız olarak abdüksiyona getirilmesi, intrinsik kasların seçici aktivasyonu ve ayağın diğer segmentlerinin hareket sırasında kontrol edilebilmesi değerlendirilebilir. Bu amaçla kısa ayak egzersizi, halluksu aktif olarak abdüksiyona getirme veya parmakları ayırma gibi intrinsik kasların seçici olarak aktive edilebilmesi değerlendirilebilir (Esen vd., 2026). Motor kontrol değerlendirmesinde yalnızca hareketin gerçekleşip gerçekleşmemesi değil, hareketin kalitesi, kompansasyon geliştirip geliştirmediği ve hareketi tekrarlayabilme kapasitesi de göz önünde bulundurulmalıdır.

Abdüktör hallusis ve diğer intrinsik kasların aktivitesinin objektif değerlendirilebilmesi amacıyla yüzeyel elektromiyografi (EMG) kullanılabilir (Mortka vd., 2018). Elektromiyografik değerlendirme, kasın elektriksel aktivitesi hakkında bilgi sağlayarak belirli bir hareket veya görev sırasında kas aktivitesinin incelenmesine olanak tanır. Elektrot yerleşimi, cilt empedansı, elektrotlar arası mesafe, kasın anatomik yerleşimi ve ölçüm sırasında gerçekleştirilen protokolün standardizasyonu elde edilen EMG sinyalini etkileyebilir (Hermens vd., 2000). Bu nedenle standardize edilmiş bir protokolün takibi önem arz etmektedir.

Fonksiyonel Değerlendirme

HV deformitesinin değerlendirilmesinde yapısal ve biyomekanik özelliklerin yanı sıra bireyin fonksiyonel durumu ve günlük yaşam aktiviteleri üzerindeki etkileri de ele alınmalıdır. Deformiteye eşlik eden ağrı, ayakkabı kullanımında zorluk ve yürüme sırasında ortaya çıkan semptomlar bireyin fonksiyonel durumunu etkileyebilir.

Fonksiyonel değerlendirmede bireyin yürüme paterni, yürüme sırasında ağrı veya rahatsızlık yaşayıp yaşamadığı, uzun süre ayakta kalabilme ve yürüyebilme kapasitesi, fiziksel aktivitelere katılımı sorgulanabilir. Dar burunlu ayakkabıların semptomları artırıp artırmadığı, deformitenin ayakkabı seçimini kısıtlayıp kısıtlamadığı sorgulanabilir. Bu bilgiler, bireyin günlük yaşamda zorlandığı konuların belirlenmesine ve rehabilitasyon programının hedefe yönelik çizilmesine katkı sunar.

Fonksiyonel kapasitenin objektif olarak değerlendirilmesinde standartlaştırılmış hasta bildirimli sonuç ölçütlerinden yararlanılabilir. HV'de kullanılan ölçeklerden biri "Amerikan Ortopedik Ayak ve Ayak Bileği Derneği Halluks Metatarsofalangeal-İnterfalangeal Ölçeği"dir. Bu ölçek, ağrı, fonksiyon ve hizalanmayı değerlendiren üç ana alanı değerlendirerek halluks ve birinci MTF eklemle ilişkili klinik durumu puanlamayı amaçlamaktadır. Maksimum 100 puan üzerinden skorlama yapılan bu ölçekte hem hasta bildirimi hem de klinisyenin gözleminin bulunması nedeniyle sadece hasta bildirimli bir ölçüm aracı olmadığı dikkate alınmalıdır (Kitaoka vd., 1994).

HV'de yaşam kalitesi ve fonksiyonel etkilerin değerlendirilmesinde "Manchester-Oxford Ayak Anketi" kullanılabilir. Bireyin ayak ve ayak bileği sorunlarının günlük yaşam üzerindeki etkisini hasta perspektifinden değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş bir hasta bildirimli ölçüttür. Ölçek, yürüme/ayakta

durma (7 madde), ayak ağrısı (5 madde) ve sosyal etkileşim (4 madde) olmak üzere üç alt boyuttan oluşan toplam 16 maddelik hasta tarafından bildirilen bir sonuç ölçütüdür (Dawson vd., 2006).

Hasta bildirimli bir diğer değerlendirme aracı olarak "Ayak ve Ayak Bileği Sonuç Skoru" kullanılabilir. Bu ölçek; ağrı, diğer semptomlar, günlük yaşam aktiviteleri, spor/rekreasyon ve yaşam kalitesi olmak üzere 5 alt boyutu bulunan 42 maddelik bir ölçektir (Roos vd., 2001). Fiziksel aktivite düzeyinin ve yaşam kalitesinin daha kapsamlı değerlendirilmesi istenen durumlarda kullanılabilir.

Fonksiyonel değerlendirmeye yürüme ve denge değerlendirmeleri de dahil edilebilir. Yürüme analizi sırasında adım uzunluğu, adım genişliği, yürüme hızı ve kadans gibi parametrelerin yanı sıra, gerektiğinde duruş ve salınım fazlarına ilişkin özellikler de incelenebilir. Ayrıca statik ve dinamik basınç analiz sistemleri kullanılarak yürüme sırasında plantar basınç dağılımı, ayak temas alanı, yüklenme özellikleri ve basınç-zaman ilişkili parametreler değerlendirilebilir (Nix vd., 2013; Rosemberg vd., 2023).

Denge değerlendirilmesinde ise bireyin statik ve dinamik postüral kontrolünü değerlendiren standardize edilmiş klinik testlerden yararlanılacağı gibi, Biodex Denge Sistemleri gibi teknolojik sistemlerden de faydalanılabilir. Bu sistemler aracılığıyla postüral salınım ve denge performansına ilişkin objektif veriler elde edilebilir. Yürüme ve denge değerlendirmelerinden elde edilen klinik bulguların klinik değerlendirme sonuçlarıyla birlikte yorumlanması, HV deformitesine sahip bireyin fonksiyonel performansı üzerindeki etkisinin daha kapsamlı değerlendirilmesine olanak sağlar (Omar vd., 2025).

Sonuç

HV, yalnızca başparmağın lateral deviasyonuyla sınırlı olmayan; ayak postürü, eklem hareketliliği, kas kuvveti ve motor kontrolü, plantar yük dağılımı, yürüme ve denge gibi farklı

bileşenleri etkileyebilen kompleks bir deformitedir. Bu nedenle, fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımında bireyin semptomları, deformitenin özellikleri, fonksiyonel gereksinimleri ve günlük yaşam aktiviteleri birlikte değerlendirilmelidir. Değerlendirme sonucunda elde edilen bulguların senteziyle hasta eğitimi, uygun ayakkabı ve gerekirse ortez uygulamaları, manuel terapi, germe ve kuvvetlendirme egzersizleri, motor kontrol ve denge çalışmaları gibi farklı konservatif yaklaşımlar bireyselleştirilerek planlanabilir. Özellikle ayak intrinsik kasların fonksiyonunun desteklenmesi ve egzersizlerin hedef kası aktive edecek şekilde doğru ve verimli gerçekleştirilmesi rehabilitasyon programının önemli bileşenlerini oluşturmaktadır. Bununla birlikte, konservatif tedavinin amacı deformiteyi tamamen ortadan kaldırmak değil, mevcut semptomları azaltmak, fonksiyonel kapasiteyi ve günlük yaşam aktivitelerine olan katılımı artırmaktır. Tedavi sürecinde klinik bulguların ve fonksiyonel sonuçların ara sıra yeniden değerlendirilmesi ve müdahalelerin bireyselleştirilmesi önemlidir.

Kaynakça

Aydin Yağcioğlu, G., & Karapınar, M. (2024). Translation, validity, and reliability of the Foot Posture Index (FPI-6)—Turkish version. *Physiotherapy Theory and Practice*, *40*(8), 1724-1730. https://doi.org/10.1080/09593985.2023.2207109

Buldt, A. K., Allan, J. J., Landorf, K. B., & Menz, H. B. (2018). The relationship between foot posture and plantar pressure during walking in adults: A systematic review. *Gait & Posture*, *62*, 56-67. https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.02.026

Cai, Y., Song, Y., He, M., He, W., Zhong, X., Wen, H., & Wei, Q. (2023). Global prevalence and incidence of hallux valgus: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Foot and Ankle Research*, *16*(1), 63. https://doi.org/10.1186/s13047-023-00661-9

Cornwall, M. W., McPoil, T. G., Lebec, M., Vicenzino, B., & Wilson, J. (2008). Reliability of the modified Foot Posture Index. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, *98*(1), 7-13. https://doi.org/10.7547/0980007

Dawson, J., Coffey, J., Doll, H., Lavis, G., Cooke, P., Herron, M., & Jenkinson, C. (2006). A patient-based questionnaire to assess outcomes of foot surgery: Validation in the context of surgery for hallux valgus. *Quality of life research : an international journal of quality of life aspects of treatment, care and rehabilitation*, *15*, 1211-1222. https://doi.org/10.1007/s11136-006-0061-5

Dayton, P., Kauwe, M., & Feilmeier, M. (2015). Is our current paradigm for evaluation and management of the bunion deformity flawed? A discussion of procedure philosophy relative to anatomy. *The Journal of Foot and Ankle Surgery:*

Official Publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons, *54*(1), 102-111. https://doi.org/10.1053/j.jfas.2014.09.010

Esen, D. H., Taş, S., Salkın, Y., & Alcan, V. (2026). Electromyographic activation of extrinsic and intrinsic foot muscles during nine different foot exercises in women with hallux valgus: A cross-sectional comparative study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *27*(1), 591. https://doi.org/10.1186/s12891-026-09949-w

Garrow, A. P., Papageorgiou, A., Silman, A. J., Thomas, E., Jayson, M. I., & Macfarlane, G. J. (2001). The grading of hallux valgus. The Manchester Scale. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, *91*(2), 74-78. https://doi.org/10.7547/87507315-91-2-74

Hardy, R. H., & Clapham, J. C. R. (1951). Observations on hallux valgus; based on a controlled series. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, *33-B*(3), 376-391. https://doi.org/10.1302/0301-620X.33B3.376

Hermens, H. J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., & Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology: Official Journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*, *10*(5), 361-374. https://doi.org/10.1016/s1050-6411(00)00027-4

Jones, A. M., & Curran, S. A. (2012). Intrarater and interrater reliability of first metatarsophalangeal joint dorsiflexion: Goniometry versus visual estimation. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, *102*(4), 290-298. https://doi.org/10.7547/1020290

Kitaoka, H. B., Alexander, I. J., Adelaar, R. S., Nunley, J. A., Myerson, M. S., & Sanders, M. (1994). Clinical rating systems for the ankle-hindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes. *Foot & Ankle International*, *15*(7), 349-353. https://doi.org/10.1177/107110079401500701

McKeon, P. O., Hertel, J., Bramble, D., & Davis, I. (2015). The foot core system: A new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *British Journal of Sports Medicine*, *49*(5), 290. https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092690

Moreno-Fresco, M. M., Mizzi, S., Munuera-Martínez, P. V., & Távara-Vidalón, P. (2026). Factors Related to the Etiology of Hallux Abducto Valgus: A Systematic Review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, *11*(1), 117. https://doi.org/10.3390/jfmk11010117

Mortka, K., Lisiński, P., & Wiertel-Krawczuk, A. (2018). The study of surface electromyography used for the assessment of abductor hallucis muscle activity in patients with hallux valgus. *Physiotherapy Theory and Practice*, *34*(11), 846-851. https://doi.org/10.1080/09593985.2018.1430879

Moulodi, N., Azadinia, F., Ebrahimi-Takamjani, I., Atlasi, R., Jalali, M., & Kamali, M. (2020). The functional capacity and morphological characteristics of the intrinsic foot muscles in subjects with Hallux Valgus deformity: A systematic review. *Foot*, *45*, 101706. https://doi.org/10.1016/j.foot.2020.101706

Nix, S. E., Vicenzino, B. T., Collins, N. J., & Smith, M. D. (2013). Gait parameters associated with hallux valgus: A systematic review. *Journal of Foot and Ankle Research*, *6*, 9. https://doi.org/10.1186/1757-1146-6-9

Omar, K. M., Mohamed, A. A. K., Essa, M. M. M., Elzanaty, M. Y., & Mahmoud, M. M. M. (2025). The influence of hallux valgus severity on postural stability and risk of fall: A cross-sectional study design. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *27*(1), 29. https://doi.org/10.1186/s12891-025-09357-6

Perera, A. M., Mason, L., & Stephens, M. M. (2011). The pathogenesis of hallux valgus. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, *93*(17), 1650-1661. https://doi.org/10.2106/JBJS.H.01630

Piggott, H. (1960). The natural history of hallux valgus in adolescence and early adult life. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, *42-B*(4), 749-760. https://doi.org/10.1302/0301-620X.42B4.749

Ramachandran, S. S., Reine, S., Archer, H., Koay, J., Wukich, D. K., & Chhabra, A. (2023). Interreader reliability assessment of hallux valgus evaluation on dorsoplantar weightbearing radiographs from a prospective multi-center trial and correlation with patient-reported outcome measures. *Skeletal Radiology*, *52*(12), 2419-2425. https://doi.org/10.1007/s00256-023-04365-w

Ray, J. J., Friedmann, A. J., Hanselman, A. E., Vaida, J., Dayton, P. D., Hatch, D. J., Smith, B., & Santrock, R. D. (2019). Hallux Valgus. *Foot & Ankle Orthopaedics*, *4*(2), 2473011419838500. https://doi.org/10.1177/2473011419838500

Redmond, A. C., Crosbie, J., & Ouvrier, R. A. (2006). Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: The Foot Posture Index. *Clinical Biomechanics*, *21*(1), 89-98. https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.08.002

Ritchie, J., Buedts, K., Ritchie, S., & Oliva, X. M. (2026). Is 1st tarsometatarsal joint instability important in the development or recurrence of hallux valgus in asymptomatic pes planus? *Foot and Ankle Surgery: Official Journal of the European Society of Foot and Ankle Surgeons*, S1268-7731(26)00139-6. https://doi.org/10.1016/j.fas.2026.05.012

Roos, E. M., Brandsson, S., & Karlsson, J. (2001). Validation of the foot and ankle outcome score for ankle ligament reconstruction. *Foot & Ankle International*, *22*(10), 788-794. https://doi.org/10.1177/107110070102201004

Rosemberg, D. L., Gustafson, J. A., Bordignon, G., Bohl, D. D., Leporace, G., & Metsavaht, L. (2023). Biokinetic Evaluation of Hallux Valgus during Gait: A Systematic Review. *Foot & Ankle International*, *44*(8), 763-777. https://doi.org/10.1177/10711007231166667

Tanaka, Y., Takakura, Y., Takaoka, T., Akiyama, K., Fujii, T., & Tamai, S. (1997). *Radiographic analysis of hallux valgus in women on weightbearing and nonweightbearing*. *336*, 186-194.

Wong, D. W.-C., Chow, E. M.-W., Liyeung, L. L., Wang, J., Mak, T. C.-T., Cheung, J. C.-W., Ni, M., & Leung, A. K.-L. (2025). Does Hallux Valgus Impair Medial Forefoot Loading? A Meta-Analysis of Plantar Pressure Distribution. *Journal of Foot and Ankle Research*, *18*(3), e70073. https://doi.org/10.1002/jfa2.70073

Ying, J., Xu, Y., István, B., & Ren, F. (2021). Adjusted indirect and mixed comparisons of conservative treatments for hallux valgus: A systematic review and network meta-analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(7), 3841.

Zhang, G., Ma, Y., & Zhang, S. (2026). Determinants and associated factors for hallux valgus: A systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, *27*(1), 647. https://doi.org/10.1186/s12891-026-10054-1

BÖLÜM 4
İNTERSTİSYEL VE SPLİT TİBİALİS POSTERİOR TENDON RÜPTÜRLERİ İLE FLEKSÖR RETİNAKULUM İNSTABİLİTELERİ

Vedat KURT[1] , Cihan Caner AKSOY[2]

1. Giriş ve Klinik Önem

Tibialis posterior tendonu (TPT), ayağın en büyük medial stabilizatörü olup medial longitudinal arkın dinamik korunmasında temel mekanik görevi üstlenir. Bu mekanik görevler sırasında ortaya çıkan hatalı, aşırı kullanım ve yüklenmeler farklı derecelerde yaralanmalara neden olabilmektedir. TPT'patolojileri; tenosinovit, tendinozis, interstisyel yırtık, longitudinal split yırtık, parsiyel ve tam rüptür ile retromalleolar instabiliteden oluşan geniş bir spektrumu kapsar. Tarihsel olarak bu patoloji "tibialis posterior tendon disfonksiyonu (PTTD)" veya "erişkin edinilmiş düz taban deformitesi (AAFD)" olarak adlandırılmıştır. Ancak 2020 yılında yayımlanan uzlaşı bildirisi, deformitenin yalnızca TPT bozukluğuna indirgenemeyeceğini vurgulayarak "progresif çöken ayak deformitesi (progressive collapsing foot deformity, PCFD)" terimini ön plana çıkartmıştır (Deland vd., 2020).

İnterstisyel yırtık, tendon yüzeylerinin tam olarak ayrılmadığı ancak tendon içinde lif ayrışmasının bulunduğu lezyonu ifade eder. Longitudinal split yırtık ise liflerin uzun eksen boyunca ayrılmasıyla tendonun görüntülemede iki fasikül şeklinde izlenmesidir. Bu iki patolojiye odaklanan klinik çalışma sayısı son derece sınırlıdır; çoğu araştırma bu lezyonları daha geniş "parsiyel tendon yırtığı" kategorisi altında birleştirmiştir. Fleksör retinakulum hasarı ise esas olarak tendonun retromalleolar oluk içindeki stabilitesini bozar ve hareketle subluksasyon, dislokasyon veya "atlama" hissi ile kendini gösterebilir (Maker vd., 2014).

Bu patolojilerin risk etkenleri arasında obezite, diyabet, hipertansiyon, romatoid artrit ve diğer inflamatuar artropatiler, önceden var olan esnek pes planus, aksesuar naviküler, tekrarlayıcı mekanik yüklenme ve gastroknemius-soleus kısalığı yer almaktadır. Orta yaşlı kadınlarda kronik dejeneratif ilerleme daha sık görülürken, genç ve sportif bireylerde travmatik rüptür veya retromalleolar instabilite gelişebilir.

Klinik yük; medial ayak bileği ve ayak ağrısı, aktivite toleransında azalma, inversiyon ve topuk yükseltme yetersizliği, yürüme mekaniğinde bozulma ve ilerleyen olgularda medial longitudinal ark çökmesi, arka ayak valgusu ve ön ayak abdüksiyonunu içerir. Gecikmiş tanı özellikle önemlidir; çünkü travmatik TPT dislokasyonu başlangıçta sıradan ayak bileği burkulması olarak yorumlanabilir ve devam eden instabilite ile ikincil tendon hasarı daha karmaşık rekonstrüksiyon gereksinimine yol açabilir.

2. Fonksiyonel Anatomi ve Biyomekanik

Tibialis posterior kası posterior tibia ve fibuladan köken alır ve tendonu medial malleolün arkasından geçerek ayağın medialine ulaşır. TPT, medial ayak bileği kompartımanındaki en büyük tendon olup başlıca naviküler tüberküle tutunmakla birlikte sustentaculum tali, kuneiformlar, kuboid ve ikinci-dördüncü metatars tabanlarına uzanan çoklu insersiyon alanlarına sahiptir. Bu yaygın distal tutunma düzeni, TPT'nin yalnızca navikülayı çekmediğini; orta ayağın çok segmentli kontrolüne katkıda bulunduğunu gösterir.

1 Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0002-7623-9101
2 Doç. Dr., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0003-0538-3613

TPT medial malleol arkasındaki retromalleolar olukta yön değiştirir ve bu bölgede sürtünme, kompresyon ve kayma direncine maruz kalır. Fleksör retinakulum veya lakiniat ligaman, medial malleolden kalkaneusun medial tüberkülüne uzanan derin fasyanın kalınlaşmış fibröz bölümüdür ve tarsal tünelin çatısını oluşturur. Tarsal tünel içeriği önden arkaya doğru şu yapılardan oluşur: tibialis posterior tendonu, fleksör digitorum longus (FDL) tendonu, posterior tibial arter ve ven, tibial sinir, fleksör hallucis longus (FHL) tendonu. Fleksör retinakulumun temel mekanik görevi tendonları anatomik konumlarında tutmak ve hareket sırasında subluksasyon veya bowstringing oluşmasını önlemektir.

Tibialis posterior, ayağın başlıca dinamik medial longitudinal ark stabilizatörü ve güçlü arka ayak invertörüdür. Yürümenin yüklenme döneminde kas-tendon ünitesi subtalar pronasyonu eksantrik olarak yavaşlatır, naviküleri talus başına göre adduksiyon ve plantar fleksiyon yönünde kontrol eder, subtalar inversiyona katkı sağlar ve transvers tarsal eklemlerin geç duruşta daha rijit bir kaldıraç oluşturmasına yardım eder (Lavagnino vd, 2015). TPT yetersizliğinde peroneus brevisin eversiyon/abdüksiyon etkisi göreceli olarak baskın hâle gelebilir ve bunun sonucunda arka ayak valgusu, ön ayak abdüksiyonu ve medial ark yüksekliğinde azalma gelişebilir.

İnterstisyel ve longitudinal split lezyon mekanizması çoğunlukla akut kopmadan çok kronik dejeneratif süreç içinde gelişir. Medial malleol çevresindeki keskin yön değişimi, kemik teması, sürtünme ve artmış tendon-kılıf kayma direnci lifler üzerinde tekrarlayıcı stres oluşturur. Tarihsel olarak medial malleol distalindeki göreceli hipovasküler bölge tendon yetersizliğinin başlıca açıklaması olarak öne sürülmüştür; ancak daha güncel değerlendirmeler mekanik aşırı yük ve komşu kemik yapılarla impingement etkisini daha merkezi görmektedir. Fleksör retinakulum yırtıldığında veya medial malleolden periostla birlikte avülse olduğunda TPT retromalleolar sulkustan anteriora çıkabilir ve tekrarlayan subluksasyon tendonun medial malleol üzerinde anormal sürtünmesine, ikincil tenosinovite ve lif hasarına yol açabilir.

Fleksör retinakulumun yapısal bütünlüğü ve yaralanma tipleri **Strydom Sınıflaması** ile kategorize edilmektedir (Riecke vd., 2021):

- **Tip 1 (Retinaküler Avulsiyon):** Retinakulumun medial malleolden ayrılmasıdır. Yalnızca yumuşak doku ayrılması (Tip 1a) veya kemik fragman ile avulsiyon (Tip 1b) şeklinde görülebilir.
- **Tip 2 (Retinaküler Yırtık):** Retinakulumun kendi gövdesi içinde doğrudan yırtılmasıdır.
- **Tip 3 (Doku Eksikliği):** Retinaküler dokunun atrofik veya yetersiz olduğu ve rekonstrüksiyon gerektiren durumdur (Riecke vd., 2021).

Retinakulum hasarına bağlı gelişen dislokasyonlar iki temel anatomik patern gösterir (Gkoudina vd., 2021; Sakakibara vd., 2018): **Tip I dislokasyonda** retinakulum serbestçe yırtılır ve tendon medial malleolün önüne subkutan alana kayar. **Tip II dislokasyonda** ise retinakulum periost ile birlikte medial malleolden avülse olur; tendon bu periostal elevasyonun altında oluşan bir yalancı kese içine yerleşir (Gkoudina vd., 2021; Zuleta vd., 2022). Ayrıca tarsal tünel dekompresyonu sonrasında retinakulumun yetersiz kapatılması neticesinde iyatrojenik TPT subluksasyonu gelişebileceği unutulmamalıdır (Sokkar & Jerosch, 2005).

1 Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0002-7623-9101
2 Doç. Dr., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0003-0538-3613

3. Klinik Değerlendirme ve Ayırıcı Tanı

Öyküde başlangıç mekanizması, semptom süresi ve deformite ilerlemesi ayrı ayrı sorgulanmalıdır. Kronik dejeneratif örüntüde sinsi başlangıçlı medial ayak bileği veya medial orta ayak ağrısı, yürüme ve uzun süre ayakta kalmayla artış, medial malleol arkasında şişlik, tek ayak topuk yükseltmede ağrı veya güçsüzlük ve zaman içinde ark yüksekliğinde azalma görülür. Akut retinakulum instabilitesi örüntüsünde ise inversiyon/dorsifleksiyon mekanizmalı travma, olay sırasında "pop" hissi, medial malleol üzerinde atlama veya kayan kordon hissi ve standart ayak bileği burkulması tedavisine rağmen süren medial ağrı tipiktir.

Muayene çıplak ayakla, mümkünse yük vermeden ve yük altında yapılmalıdır. Ark yüksekliği, kalkaneal hizalanma, ön ayak yönelimi ve taraflar arası fark gözlenir. Too Many Toes bulgusu, hastaya arkadan bakıldığında lateral tarafta normalden fazla parmağın görünmesidir ve ön ayak abdüksiyonunu düşündürür; ancak bu bulgu tendon yırtığına özgü değildir. Palpasyon kas-tendon bileşkesinden naviküler insersiyona kadar yapılır ve tendon kalınlaşması, krepitasyon, kılıf dolgunluğu, fokal hassasiyet ve palpe edilebilir devamlılık kusuru kaydedilir.

TPT patolojilerinde veya retinakulum instabilitesinde tek başına %100 özgül ve valide edilmiş bir "altın standart" klinik test bulunmamakla birlikte, Tek Bacak Topuk Yükseltme Testi değerlendiriciler arası en yüksek güvenilirliği (kappa = 0,74) gösteren ve ultrasonografik yapısal bozulmayla en güçlü korelasyonu sunan işlevsel testtir (Banwell vd., 2024; Rehman vd., 2024). Değerlendirme yalnızca "yapabildi/yapamadı" biçiminde olmamalıdır; ağrı oluşup oluşmadığı, yükselme yüksekliği, tekrar kapasitesi ve kalkaneusun valgus konumundan inversiyona geçip geçmediği kaydedilmelidir. Evre I'de test yapılabilir ancak ağrılı olabilir; Evre II ve sonrasında hasta çoğu kez testi tamamlayamaz veya topuk inversiyonu oluşturamaz (Sangeorzan vd., 2020).

Johnson-Strom/Myerson sınıflaması deformite ve klinik fonksiyon için yararlı olmakla birlikte, interstisyel veya split yırtığın boyutunu doğrudan göstermez (Tablo 1). PCFD sistemi ise önce deformiteyi esnek Evre I veya rijit Evre II olarak ayırır; ardından anatomik bileşenleri sınıflandırır: Sınıf A (arka ayak valgusu), Sınıf B (orta/ön ayak abdüksiyonu), Sınıf C (ön ayak varusu veya medial kolon instabilitesi), Sınıf D (peritatar subluksasyon), Sınıf E (ayak bileği instabilitesi). Bu sistem tendon morfolojisinden çok deformitenin çok düzlemli bileşenlerini tanımlar.

Tablo 1. Johnson-Strom/Myerson Sınıflaması

Evre	Temel Özellikler	Fonksiyonel Görünüm	Klinik Anlam
I	Tenosinovit veya erken tendon hastalığı; ark korunmuştur	Topuk yükseltme yapılabilir, ağrılı olabilir	Erken konservatif tedavi; dirençli olguda tenosinovektomi/debridman düşünülebilir
II	Tendon disfonksiyonu veya yırtığı ile esnek düz taban	Topuk yükseltme yetersiz; deformite pasif olarak düzeltilebilir	Ortez/AFO ve egzersiz; cerrahide tendon rekonstrüksiyonu ile kemik hizalama birlikte değerlendirilebilir
III	Rijit deformite ve subtalar dejeneratif değişiklik	Pasif düzeltme sınırlı, topuk yükseltme başarısız	Eklem koruyucu olmayan prosedürler gündeme gelebilir
IV	Ayak bileği valgusu ve deltoid ligaman yetersizliği	Ayak bileği düzeyinde instabilite gözlemlenebilir	Ayak bileği rekonstrüksiyonu/artrodez bağlamı değerlendirilir

1 Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0002-7623-9101
2 Doç. Dr., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0003-0538-3613

Ayırıcı tanıda TPT tendinozisi (kademeli medial ağrı, tendon kalınlaşması, yükle ağrı; devamlılık korunur), TPT tenosinoviti (kılıf boyunca şişlik, sıvı ve hassasiyet), interstisyel/split TPT yırtığı (süreğen yük ağrısı, zayıflık; atlama zorunlu değildir), tam TPT rüptürü (belirgin fonksiyon kaybı, devamlılık kusuru), fleksör retinakulum instabilitesi (travma, pop, tekrarlayan snapping, tendonun sulkus dışına çıkması), tarsal tünel sendromu (yanma, parestezi, tabana yayılan uyuşma; olası Tinel bulgusu), FDL/FHL patolojisi, aksesuar naviküler, spring ligaman yetersizliği ve deltoid ligaman yetersizliği yer alır (Tablo 2).

Tablo 2. Ayırıcı Tanı Tablosu

Durum	Ayırt Ettiren Klinik Özellik	Görüntüleme/Ek Değerlendirme
TPT tendinozisi	Kademeli medial ağrı, tendon kalınlaşması, yükle ağrı; devamlılık korunur	USG/MRG'de kalınlaşma ve fibriler/sinyal değişikliği görülebilir
TPT tenosinoviti	Kılıf boyunca şişlik, sıvı ve hassasiyet görülebilir	Kılıf sıvısı; ancak distal az miktarda sıvı asemptomatik olabilir
İnterstisyel/split TPT yırtığı	Süreğen yük ağrısı, zayıflık; atlama zorunlu değildir	Tendon içi sıvı benzeri sinyal, longitudinal lif ayrışması görülebilir
Tam TPT rüptürü	Belirgin fonksiyon kaybı, devamlılık kusuru; kronikte deformite görülebilir	Tendon kesintisi, sıvı dolu boşluk ve retraksiyon görülebilir
Fleksör retinakulum instabilitesi	Travma, pop, tekrarlayan snapping, tendonun sulkus dışına çıkabilir	Dinamik USG'de translasyon; MRG'de retinakulum yırtığı/anormal tendon konumu gözlenebilir
Tarsal tünel sendromu	Yanma, parestezi, tabana yayılan uyuşma; olası Tinel bulgusu görülebilir	USG/MRG ile yer kaplayan neden; gerektiğinde elektrodiagnostik inceleme gerekli olabilir

4. Görüntüleme

Yük vererek radyografi tendon liflerini doğrudan göstermez; ancak PCFD'nin kemik hizalanmasını ve eklem dejenerasyonunu değerlendirir. Meary açısı ve kalkaneal eğim gibi ölçütler kullanılır; ancak normal grafi interstisyel/split yırtığı dışlamaz.

Yüksek çözünürlüklü ultrasonografi (USG) TPT kalınlığını, fibriler paternini, kılıf sıvısını, parsiyel yırtığı ve tam devamlılık kaybını gösterebilir. İnterstisyel/split yırtıkta fibriler mimaride fokal kesinti, tendon içinde hipoekoik çizgisel alan, longitudinal lif ayrışması, tendonun iki fasikül şeklinde görünmesi, eşlik eden kılıf sıvısı ve fokal veya yaygın kalınlaşma izlenebilir. USG'nin en önemli üstünlüğü dinamik olmasıdır; aktif veya pasif provokasyon sırasında tendonun retromalleolar oluktan anteriora yer değiştirmesi gerçek zamanlı olarak görülebilir (Soliman vd., 2019).

Manyetik rezonans görüntüleme (MRG) tendon morfolojisi, kılıf, kemik iliği, spring/deltoid ligamanlar ve diğer ayak bileği yapılarının birlikte değerlendirilmesini sağlar. İnterstisyel ve longitudinal split bulgularında tendon kalınlaşması, tendon içinde T2 ağırlıklı görüntülerde sıvı benzeri yüksek sinyal, heterojen intratendinöz sinyal, longitudinal çizgisel ayrışma, aksiyel kesitte iki fasikül ve "dört tendon" görünümü izlenebilir. Retinakulum instabilitesi bulgularında fleksör retinakulumda kesinti veya medial malleolden ayrılma, subperiostal psödopoş, TPT'nin medial malleolün anteriorunda veya medialinde anormal konumu ve retinakulum yapışma yerinde küçük avulsiyon fragmanı görülebilir.

1 Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0002-7623-9101
2 Doç. Dr., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0003-0538-3613

MRG'nin yüksek duyarlılık ve özgüllük değerleri bütün interstisyel/split yırtıklara genellenmemelidir. Kadavra çalışmalarında longitudinal split lezyonlarının saptanmasının zor olduğu ve doğruluğun yaklaşık %72 düzeyinde kaldığı bildirilmiştir. MRG ile ameliyat bulguları arasındaki korelasyonun bazı çalışmalarda yalnızca hafif-orta düzeyde olduğu bildirilmiştir. Magic angle etkisi, özellikle tendon yönünün değiştiği medial malleol ve distal insersiyon çevresinde yalancı sinyal artışı oluşturabilir. Bu nedenle görüntüleme raporu klinik muayene ve işlevsel kayıpla birlikte yorumlanmalıdır; görüntüleme anomalisi tek başına semptom kaynağı kabul edilmemelidir (Gerling vd., 2003).

Görüntüleme yöntemlerinin tanısal başarısı lezyonun statik veya dinamik oluşuna göre değişmektedir. Kadavra ve cerrahi referanslı karşılaştırmalı çalışmalarda, longitudinal split yırtıkların tespitinde MRG %73 duyarlılık, %69 özgüllük ve %72 doğruluk sunarken; Dinamik Ultrasonografi %69 duyarlılık, %81 özgüllük ve %72 doğruluk sağlamış, statik ultrasonografinin özgüllüğü ise %94 olarak bildirilmiştir (Gerling vd., 2003). İnterstisyel yırtıklar kılıf yüzeyini bozmadığı için cerrahi eksplorasyonda gözden kaçabilmekte ve bu lezyonların tespitinde MRG altın standart kabul edilmektedir (Workman vd., 2020). Öte yandan spontan redükte olan geçici subluksasyonlarda statik MRG normal görülebileceğinden, gerçek zamanlı tendon translasyonunu göstermede dinamik USG üstündür (Rehman vd., 2024; Zuleta vd., 2022). Son yıllarda öne çıkan iğne tendoskopisi (in-office needle tendoscopy), MRG'nin yetersiz kaldığı düşük dereceli yarık yırtıkları ve eşlik eden lokal sinovyal lezyonları doğrudan görselleştirmeye olanak tanımaktadır (Bernasconi vd., 2020; Dankert vd., 2022; Saraiva vd., 2023).

5. Konservatif Tedavi ve Fizyoterapi Rehabilitasyonu

Konservatif tedavi en güçlü biçimde erken evre, esnek ve stabil tendon patolojileri için desteklenmektedir. Evre I-II PTTD'de ortez, esneklik ve kuvvetlendirmeyi birleştiren programların yalnızca ortez ve germe uygulamasından daha olumlu sonuçlar verdiği bildirilmiştir. Tendonun sulkus içinde stabil olması, tam rüptür veya belirgin retraksiyon bulunmaması, deformitenin esnek olması ve ağrı ile yük kapasitesi kaybının aktivite düzenlemesine yanıt verebilmesi konservatif tedavi için uygun kabul edilebilir. Buna karşılık gözlenen veya görüntülemeyle doğrulanan TPT dislokasyonu, akut tam rüptür, ilerleyen ark çökmesi, rijit deformite ve ayak bileği valgusu durumlarında rutin egzersiz programından önce cerrahi/ortopedik görüş gerekir (Kulig vd., 2009).

Yük yönetimi tedavide önemli yer tutar. Yük yönetiminin amacı mutlak ve süresiz dinlenme değil, semptomatik yapının kapasitesini aşan yüklerin geçici olarak azaltılmasıdır. Başlangıçta uzun süreli veya hızlı yürüme, eğimli ve düzensiz zeminde yürüme, tekrarlayan tek ayak topuk yükseltme, yüksek hacimli merdiven ve instabilite varsa tendonu sulkus dışına çıkaran provokatif hareketler azaltılabilir. Ayak içi ortezlerin amacı medial arkı desteklemek, arka ayak eversiyonunu sınırlamak ve TPT ile spring ligaman üzerindeki mekanik talebi azaltmaktır. Kişiye özel artiküle ayak-ayak bileği ortezi (AFO), yürüyüşte arka ayak inversiyonunu ve medial ark yüksekliğini yalnız ayakkabı içi orteze göre daha fazla artırabilir (Neville vd., 2013).

Egzersiz bileşenleri arasında tibialis posterior ve plantar fleksör güçlendirme, eksantrik yükleme, intrinsik ayak kasları çalışmaları, kalça ve proksimal kontrol, denge ve propriyosepsiyon ile yürüme eğitimi yer alır. Başlangıç düzeyinde düşük irritabiliteyle inversiyon-plantar fleksiyon izometrileri ve kontrollü izotonik egzersizler kullanılabilir. İlerleme çift ayak topuk yükseltmeden tek ayak topuk yükseltmeye, destekli durumdan serbest duruma ve düşük tekrardan daha yüksek

1 Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0002-7623-9101
2 Doç. Dr., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0003-0538-3613

dayanıklılık talebine doğru yapılabilir. Sistematik derlemeler, Evre I-II PTTD'de ortez ve germeye eklenen eksantrik tibialis posterior egzersizinin ağrı ve özürlülükte orta düzey yarar sağlayabileceğini bildirmiştir; ancak çalışma sayısı azdır, örneklemler küçüktür ve interstisyel/split yırtık alt grupları ayrı analiz edilmemiştir.

Rehabilitasyon aşamaları koruma ve semptom kontrolünden başlayarak temel kapasite, tek ayak kontrolü, işlevsel yüklenme ve aktiviteye dönüş olarak ilerler. TPT'ye özgü tekrar sayısı, kuvvet simetri yüzdesi veya spora dönüş eşiği doğrulanmamıştır; bu nedenle kilometre taşları zamandan çok işlevsel yanıt, görüntülenen stabilite ve cerrahın kısıtlamalarına dayanmalıdır.

Sonuç değerlendirmesi için çeşitli ölçütler kullanılabilir (Tablo 3). Sonuç değerlendirmesi bir hasta bildirimli sonuç ölçeği (PROM), ağrı ölçeği, tek ayak topuk yükseltme performansı, yürüme toleransı, deformite gözlemi ve hastaya özgü aktivite hedefini birlikte içermelidir. AOFAS klinik skorları geçerlik, güvenirlik ve tavan etkisi sorunları nedeniyle AOFAS tarafından tek başına kullanımı önerilmemektedir.

Tablo 3. Sonuç Ölçümleri

Ölçüt	Açıklama	Klinik Kullanım
VAS/NRS	Ağrı şiddeti ve yük yanıtı	Ağrı tek başına deformite veya tendon stabilitesini göstermez
FAOS	Ağrı, diğer semptomlar, günlük yaşam, spor ve yaşam kalitesi	Çeşitli ayak/ayak bileği durumlarında kullanılır; TPT'ye özgü değildir
FAAM	Günlük yaşam ve spor fonksiyonu	Güvenilir ve duyarlı genel ayak-ayak bileği PROM'udur
FFI	Ayak ağrısı ve fonksiyonel etki	TPT split lezyonuna özgü doğrulama bulunmamaktadır
AOFAS	Tarihsel araştırma karşılaştırması	Geçerlik ve güvenirlik sorunları nedeniyle tek başına kullanımı önerilmez

Tablo altı açıklamaları eklenmeli

6. Cerrahi Tedavi ve Postoperatif Rehabilitasyon

Cerrahi karar yalnız görüntülemede "split" tespit edilmesine dayanmaz. Başlıca belirleyiciler; semptomların ve fonksiyon kaybının konservatif tedaviye dirençli olması (tipik olarak 6-12 ay), tendon dokusunun onarılabilirliği, split veya interstisyel hasarın uzunluğu ve şiddeti, tendon elongasyonu, deformitenin esnek veya rijit oluşu, spring/deltoid ligaman yetersizliği, retromalleolar sulkus anatomisi, fleksör retinakulum instabilitesi ve eklem dejenerasyonudur. Travmatik TPT dislokasyonunda yayımlanmış literatür cerrahiyi standart yaklaşım olarak tanımlar; ancak bu sonuç esas olarak vaka raporları ve küçük serilere dayanır (Arain vd., 2024; Raikin vd., 2012).

Cerrahi teknikte uygulanan temel bileşenler şunlardır:

1. Doğrudan Retinaküler Onarım ve Ankor Tespiti: Retinakulumun sütür ankorları veya transosseöz dikişlerle medial malleole yeniden sahitlenmelidir (Zannoni vd., 2022).

2. Retromalleolar Oluk Derinleştirme: Oluk sığ veya hipoplastik olduğunda, subkondral kemiğin oyulması ve kortikal flebin yeniden konumlandırılmasıyla tendon için güvenli bir yatak oluşturulur (Gkoudina vd., 2021; Zannoni vd., 2022).

1 Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0002-7623-9101
2 Doç. Dr., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0003-0538-3613

3. Otolog Kemik Blok Grefti ve Buttress Plak: Doku eksikliği olan vakalarda otolog kemik blokları veya destek plakları kullanılarak mekanik bir engel oluşturulur (Lee vd., 2010; Mullens vd., 2016).

4. Tendoskopik Debridman: Erken evre (Evre I-II) izole split yırtıklarda açık cerrahinin morbiditesinden kaçınmak amacıyla tendoskopik sinovektomi, debridman ve yan yana tubularizasyon tercih edilebilir (Bernasconi vd., 2020; Saraiva vd., 2023).

Evre I hastalıkta tendon devamlılığı korunmuş ancak dirençli tenosinovit veya lokal dejenerasyon varsa tenosinovektomi ve debridman uygulanabilir. Esnek Evre II deformitede FDL transferi, kaybedilen dinamik inversiyon vd desteğini telafi etmek için kullanılır; tendon distalde serbestlenir, naviküler tüberküldeki kemik tünelinden geçirilir ve tespit edilir. FDL transferi tek başına kemik hizalanmasını düzeltmez; arka ayak valgusunda medial deplasman kalkaneal osteotomisi, belirgin ön ayak abdüksiyonunda lateral kolon uzatma, spring ligaman yetersizliğinde onarım veya rekonstrüksiyon ve ekinus bileşeninde gastroknemius gevşetme eklenebilir. Rijit Evre III ve ayak bileği tutulumlu Evre IV deformitede eklem koruyucu tendon işlemleri yeterli olmayabilir; subtalar, talonaviküler ve kalkaneokuboid eklemleri içeren artrodezler veya ayak bileği düzeyinde rekonstrüksiyon gündeme gelebilir.

Retinakulum instabilitesinde temel amaç TPT'yi retromalleolar oluğa anatomik olarak redükte etmek, retinakulumu medial malleole yeniden tespit etmek veya rekonstrükte etmek, subperiostal psödosu ortadan kaldırmak ve tendonun serbest fakat stabil kaymasını sağlamaktır. Primer onarım, transosseöz sütür veya sütür ankorları kullanılabilir. Retromalleolar oluk sığ ya da hipoplastikse groove-deepening işlemi eklenebilir.

Postoperatif rehabilitasyon; tendon onarımı, FDL transferi, retinakulum onarımı, osteotomi ve artrodez için aynı olamaz (Tablo 4). FDL transferi ve osteotomi sonrası çoğu protokol 4-6 hafta yük vermemeyi ve alçı/ortez immobilizasyonunu önerir. Retinakulum onarımında bildirilen immobilizasyon süreleri 2-6 hafta arasında değişmektedir. Cerrah ve kemik iyileşmesi izin verdiğinde boot içinde kademeli yük aktarımı, nazik aktif eklem hareketi, yara ve skar mobilizasyonu, kontrollü yürüyüş eğitimi ve ayak bileği çevresi düşük düzey izometriler başlatılabilir (10-16 hafta). İleri kuvvet ve işlev fazında (4-6 ay) tek ayak topuk yükseltmeye ilerleme, daha yüksek dirençli plantar fleksiyon/inversiyon, merdiven, yokuş ve uzun yürüme, ileri denge ve işe veya düşük etkili spora özgü görevler eklenir. Yüksek etkili aktiviteye dönüş (6-9 ay ve sonrası) kemik iyileşmesi, tendon stabilitesi, seri topuk yükseltme kapasitesi, ağrı/şişlik yanıtı ve cerrah onayıyla ilerletilir.

Tablo 4. Postoperatif Rehabilitasyon Evreleri

Faz	Süre	Temel Amaçlar	Müdahaleler
Koruma ve yara iyileşmesi	0-4/6 hafta	Onarım ve tespiti korumak, ödemi azaltmak	Yük vermeme, alçı/ortez immobilizasyonu, diz ve kalça kondisyon koruması
Korunan hareket ve kademeli yük	4/6-10 hafta	Boot içinde kademeli yük, nazik aktif hareket	Kontrollü yürüyüş eğitimi, yara mobilizasyonu, düşük düzey izometriler
Kuvvet ve nöromüsküler kontrol	10-16 hafta	Kuvvet, denge ve ağırlık aktarımı	Plantar fleksör güçlendirme, çift ayak topuk yükseltme, propriyosepsiyon

1 Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0002-7623-9101
2 Doç. Dr., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0003-0538-3613

İleri kuvvet ve işlev	4-6 ay	Tek ayak topuk yükseltme, işe dönüş	Yüksek dirençli egzersiz, merdiven, yokuş, düşük etkili spora özgü görevler
Yüksek etkili aktiviteye dönüş	6-9 ay ve sonrası	Koşu, sıçrama, yön değiştirme	Cerrah onayı, kemik iyileşmesi ve tendon stabilitesi değerlendirmesi

7. Sonuç

TPT patolojileri literatüründe kanıt tabanı homojen değildir. TPT tendinopatisi ve PCFD için sistematik derlemeler ve klinik kohortlar (Kanıt Düzeyi I–III) mevcutken; travmatik TPT instabilitesi, fleksör retinakulum avulsiyonu ve izole split yırtıklar hakkındaki veriler büyük ölçüde olgu raporları ve küçük olgu serilerine (Kanıt Düzeyi IV–V) dayanmaktadır (Lohrer & Nauck, 2010; Rehman vd., 2024). Güncel literatürde TPT dislokasyonlarına yönelik randomize kontrollü çalışma bulunmamaktadır. Bu durum, bildirilen başarılı cerrahi ve rehabilitasyon sonuçlarında yayın yanlılığı riskini beraberinde getirmektedir.

İnterstisyel ve split TPT rüptürleri ile fleksör retinakulum instabiliteleri, medial ayak bileği ve ayak ağrısının önemli nedenlerindendir. Erken ve doğru tanı, kronik dejeneratif örüntü ile akut travmatik instabilitenin ayrımı, tendon stabilitesinin değerlendirilmesi ve deformitenin esnek ya da rijit oluşunun belirlenmesi tedavi planlamasında kritik öneme sahiptir. Konservatif tedavi stabil, erken evre ve esnek deformitelerde etkili olabilirken; tendon dislokasyonu, ileri rüptür ve rijit deformite durumlarında cerrahi yöntemler gerekebilir. İnterstisyel/split yırtık ve retinakulum instabilitesine özgü yüksek kaliteli karşılaştırmalı çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

1 Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0002-7623-9101
2 Doç. Dr., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0003-0538-3613

KAYNAKÇA

Arain A, Harrington MC, Rosenbaum AJ. Progressive Collapsing Foot Deformity. [Updated 2024 May 28]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 Jan-. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK542178/

Banwell, G., Ramos-Petersen, L., Gatt, A., Gijon-Nogueron, G., & Lopezosa-Reca, E. (2024). Assessments associated with the diagnostics and non-surgical treatment of posterior tibialis tendon dysfunction: A systematic review. *Applied Sciences, 14*(6), 2362. https://doi.org/10.3390/app14062362

Bernasconi, A., Mehdi, N., Laborde, J., de César Netto, C., & Lintz, F. (2020). Tendoscopy for early stages (I and II) posterior tibial tendon dysfunction. *Techniques in Foot & Ankle Surgery, 19*(4), 230–233. https://doi.org/10.1097/BTF.0000000000000263

Dankert, J. F., Mercer, N. P., Kaplan, D. J., Kanakamedala, A. C., Chen, J. S., Colasanti, C. A., Hurley, E., Stone, J., & Kennedy, J. (2022). In-office needle tendoscopy of the tibialis posterior tendon with concomitant intervention. *Arthroscopy Techniques, 11*(3), e339–e345. https://doi.org/10.1016/j.eats.2021.10.027

Deland, J. T., Ellis, S. J., Day, J., de Cesar Netto, C., Hintermann, B., Myerson, M. S., Sangeorzan, B. J., Schon, L. C., Thordarson, D. B., & Johnson, J. E. (2020). Indications for Deltoid and Spring Ligament Reconstruction in Progressive Collapsing Foot Deformity. Foot & ankle international, 41(10), 1302–1306. https://doi.org/10.1177/1071100720950742

Gerling, M. C., Pfirrmann, C. W. A., Farooki, S., Kim, C., Boyd, G. J., Aronoff, M. D., Feng, S. A. K., Jacobson, J. A., Resnick, D., & Brage, M. E. (2003). Posterior tibialis tendon tears: Comparison of the diagnostic efficacy of magnetic resonance imaging and ultrasonography for the detection of surgically created longitudinal tears in cadavers. *Investigative Radiology, 38*(1), 51–56. https://doi.org/10.1097/01.RLI.0000040852.70879.C8

Gkoudina, A., Graikos, G., Chatziargiriou, M., & Saloupis, P. (2021). Posterior tibialis tendon dislocation: Case report and review of literature. *Cureus, 13*(11), e19301. https://doi.org/10.7759/cureus.19301

Iyengar, K. P., Gregory, K. M., Beale, D., Prem, H., Gavvala, S. N., & Botchu, R. (2023). Isolated, periosteal stripping injuries of the flexor retinaculum: Case series of 3 patients with clinico-radiological review. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma, 36*, 102082. https://doi.org/10.1016/j.jcot.2022.102082

Johnson, K. A., & Strom, D. E. (1989). Tibialis posterior tendon dysfunction. Clinical Orthopaedics and Related Research, (239), 196–206.

Kulig, K., Reischl, S. F., Pomrantz, A. B., Burnfield, J. M., Mais-Requejo, S., Thordarson, D. B., & Smith, R. W. (2009). Nonsurgical management of posterior tibial tendon dysfunction with orthoses and resistive exercise: A randomized controlled trial. Physical Therapy, 89(1), 26–37. https://doi.org/10.2522/ptj.20070242

Lavagnino, M., Wall, M.E., Little, D., Banes, A.J., Guilak, F. and Arnoczky, S.P. (2015), Tendon mechanobiology: Current knowledge and future research opportunities. J. Orthop. Res., 33: 813-822. https://doi.org/10.1002/jor.22871

Lee, K., Byun, W. J., Ha, J. K., & Lee, W.-C. (2010). Dislocation of the tibialis posterior tendon treated with autogenous bone block: A case report. *Foot & Ankle International, 31*(3), 254–257. https://doi.org/10.3113/FAI.2010.0254

Lhoste-Trouilloud, A. (2012). The tibialis posterior tendon. *Journal of Ultrasound, 15*(1), 2–6. https://doi.org/10.1016/j.jus.2012.02.001

1 Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0002-7623-9101
2 Doç. Dr., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0003-0538-3613

Lohrer, H., & Nauck, T. (2010). Posterior tibial tendon dislocation: A systematic review of the literature and presentation of a case. *British Journal of Sports Medicine, 44*(6), 398–406. https://doi.org/10.1136/bjsm.2007.040204

Mak, R. Y. S., Cheng, J. H. M., Chin, K. H., & Chu, C. Y. (2024). Pathologies and postoperative features of posterior tibial tendon dysfunction: A pictorial essay. *Hong Kong Journal of Radiology, 27*(1), e51–e64. https://doi.org/10.12809/hkjr2217677

Maker, J. M., & Cottom, J. M. (2014). Surgical management of stage 2 adult acquired flatfoot. *Clinics in podiatric medicine and surgery*, *31*(3), 381–389. https://doi.org/10.1016/j.cpm.2014.03.002

Mullens, J., Whiteside, W., Nilssen, E., & Kennedy, C. (2016). Dislocated posterior tibial tendon treated with plate buttress fixation in a collegiate gymnast: A case report and review of the literature. *Foot & Ankle Specialist, 9*(4), 361–366. https://doi.org/10.1177/1938640015609985

Neville, C., Flemister, A. S., & Houck, J. (2013). Total and distributed plantar loading in subjects with stage II tibialis posterior tendon dysfunction during terminal stance. Foot & ankle international, 34(1), 131–139. https://doi.org/10.1177/1071100712460181

Raikin, S. M., Winters, B. S., & Daniel, J. N. (2012). The RAM classification: a novel, systematic approach to the adult-acquired flatfoot. *Foot and ankle clinics*, *17*(2), 169–181. https://doi.org/10.1016/j.fcl.2012.03.002

Rehman, M., Silva, F. D., & Chhabra, A. (2024). Diagnostic efficacy of posterior tibialis tendon dysfunction: A systematic review of literature. *European Radiology, 34*(5), 3513–3523. https://doi.org/10.1007/s00330-023-10364-1

Riecke, J., Müller, M., Bölderl, A., & Genelin, K. (2021). Simultaneous traumatic dislocation of the posterior tibial tendon and long peroneal tendon: A case report. *Journal of Medical Case Reports, 15*, 585. https://doi.org/10.1186/s13256-021-03036-5

Rosenberg, Z. S., Cheung, Y., Jahss, M. H., Noto, A. M., Norman, A., & Leeds, N. E. (1988). Rupture of posterior tibial tendon: CT and MR imaging with surgical correlation. *Radiology, 169*(1), 229–235. https://doi.org/10.1148/radiology.169.1.3420263

Sakakibara, Y., Kura, H., Teramoto, A., & Yamashita, T. (2018). Early surgical management of traumatic dislocation of the tibialis posterior tendon: A case report and review of the literature. *Journal of Medical Case Reports, 12*, 348. https://doi.org/10.1186/s13256-018-1872-z

Sangeorzan, B. J., Hintermann, B., de Cesar Netto, C., Day, J., Deland, J. T., Ellis, S. J., Johnson, J. E., Myerson, M. S., Schon, L. C., & Thordarson, D. B. (2020). Progressive Collapsing Foot Deformity: Consensus on Goals for Operative Correction. Foot & ankle international, 41(10), 1299–1302. https://doi.org/10.1177/1071100720950759

Saraiva, D., Knupp, M., Sá Rodrigues, A., Tulha, J., Mota Gomes, T., Martín Oliva, X., & Diaz, T. (2023). Outcomes of combined posterior tibial tendon tendoscopy and medializing calcaneal osteotomy for stage IA progressive collapsing foot deformity. *Foot & Ankle International, 44*(7), 629–636. https://doi.org/10.1177/10711007231167364

Sokkar, S., & Jerosch, J. (2005). Subluxation of tibialis posterior post-tarsal tunnel release. *Foot and Ankle Surgery, 11*(2), 93–96. https://doi.org/10.1016/j.fas.2005.01.001

Soliman, S.B., Spicer, P.J. & van Holsbeeck, M.T. Sonographic and radiographic findings of posterior tibial tendon dysfunction: a practical step forward. *Skeletal Radiol* **48**, 11–27 (2019). https://doi.org/10.1007/s00256-018-2976-7

Workman, M., Saragas, N., & Ferrao, P. (2020). Assessment of imaging, pathoanatomy and terminology in posterior tibial tendon dysfunction. *Journal of the Foot & Ankle, 14*(2), 126–131. https://doi.org/10.30795/jfootankle.2020.v14.1181

1 Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0002-7623-9101
2 Doç. Dr., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0003-0538-3613

Zannoni, S., Bonifacini, C., Albano, D., Messina, C., & Sconfienza, L. M. (2022). Posterior tibial tendon dislocation: A case report. *The Journal of Foot and Ankle Surgery, 61*(2), 417–420. https://doi.org/10.1053/j.jfas.2021.09.009

Zuleta, F. M., Redlich, A., Lyon, G. L., Ravazzano, F. C., Pellegrini, M. J., Ortiz, C., & Carcuro, G. (2022). Posterior tibial tendon dislocation after a medial ankle sprain: A case report. *Journal of the Foot & Ankle, 16*(3), 283–287. https://doi.org/10.30795/jfootankle.2022.v16.1658

1 Dr. Öğr. Üyesi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0002-7623-9101
2 Doç. Dr., Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, SBF FTR Bölümü, 0000-0003-0538-3613

BÖLÜM 5

CURRENT CLINICAL PRACTICE GUIDE FOR BACK PAIN TREATMENT

Ayşe Nihal YURTTAŞ[1]
Celal Batuhan GÜNEYSU[2]
Şeref Duhan ALTUĞ[3]
Ayşe ÜNAL4
Filiz ALTUĞ5

Introduction

Low back pain is one of the most common musculoskeletal disorders worldwide and remains a leading cause of disability (Skivington et al., 2021). The global prevalence of this condition has become increasingly prominent, with the number of cases rising

[1] Res. Asst., Alanya Alaaddin Keykubat University, Department of Physical Therapy and Rehabilitation, Orcid: 0000-0002-0069-6525.
2 Spec. Physio., Pamukkale University, Institute of Health Sciences, Department of Physical Therapy and Rehabilitation, Orcid: 0009-0004-7683-5044.
3 Lect., Pamukkale University, Department of Health Care Services, 0000-0002-0065-0068.
4 Assoc. Prof., Alanya Alaaddin Keykubat University, Department of Physical Therapy and Rehabilitation, Orcid: 0000-0003-0959-5664.
5 Prof. Dr., Pamukkale University, Department of Physical Therapy and Rehabilitation Orcid: 0000-0002-4287-8562.

from 42.5 million in 1990 to 64.9 million in 2017 (Wu et al., 2020). It has been determined that the lifetime prevalence of low back pain ranges between 70% and 84%, while the annual incidence is between 15% and 65% (Icagasioglu et al., 2015). Studies conducted in Turkey indicate that this rate varies between 44% and 79% (Oksuz, 2006). Low back pain not only negatively impacts individuals' daily lives but also imposes a heavy economic burden on healthcare systems, posing a serious global challenge. This situation is becoming increasingly apparent in low-income countries as well as in developed and wealthy nations (O'Connell et al., 2016).

Low back pain is classified into three periods based on the duration of symptoms. If the duration of pain is less than 6 weeks, it is termed "acute"; if it is between 6 and 12 weeks, it is called "subacute"; and if it lasts longer than 12 weeks, it is defined as the "chronic" period (Chiarotto & Koes, 2022). Management strategies differ for acute, subacute, and chronic low back pain. In acute low back pain, the primary goal is short-term pain control, as most patients recover within a short period. Superficial heat applications, non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), and muscle relaxants are recommended during this phase. Since prolonged bed rest can delay recovery, patients are encouraged to return to daily activities as soon as possible (Dahm et al., 2010). In the subacute phase, the risk of the pain becoming chronic should be evaluated. Psychological factors, somatization, and functional impairments must be taken into consideration. In the subacute period, conservative treatments recommended in the acute phase (medications, exercise, physical therapy) can be continued; however, it should not be forgotten that psychosocial factors also play an effective role (Chou & Shekelle, 2010). In the chronic period, psychosocial risk factors and those leading to the chronicity of pain should be addressed. Exercise therapy is a fundamental treatment method for patients with chronic low back pain. Regular physical

activity is crucial for reducing pain and achieving functional improvement (Searle et al., 2015).

Given the high prevalence of low back pain, healthcare professionals need access to up-to-date and evidence-based information during their clinical decision-making processes. In this context, various clinical practice guidelines have been developed by professional organizations to standardize the management of low back pain (Ng et al., 2021). Since the first low back pain guideline published by the Quebec Task Force in 1987, there has been a significant increase in the number of clinical practice guidelines for low back pain management (Koes et al., 2010). In recent years, low back pain guidelines published by various institutions across different countries have created a growing and occasionally contradictory body of literature (Jones et al., 2012; Wong et al., 2017). While clinical practice guidelines were initially based primarily on expert opinions, they have evolved today into evidence-based guidelines featuring more complex methodologies and implementation strategies (Grilli et al., 2000; Shaneyfelt et al., 1999). Nevertheless, a large number of guidelines, which sometimes conflict with one another, can further complicate treatment choices for healthcare professionals. Substandard guidelines carry the risk of leading to ineffective interventions, inefficient use of resources, and even patient harm (Graham & Harrison, 2005).

Although previous studies have generally reviewed clinical recommendations regarding low back pain management (Pillastrini et al., 2012; Oliveira et al., 2018), researchers suggest that the distinction between the management of acute, subacute, and chronic low back pain needs to be more clearly emphasized. Given the constantly changing nature of evidence, it is important to examine the level of consensus among treatment recommendations offered by recently updated or developed clinical practice guidelines for low back pain of varying durations. Previously, Zhou et al. (2024)

identified and summarized the recommendations of current clinical practice guidelines developed to manage and treat low back pain of different durations. However, the recommended approaches were not analyzed in terms of their level of evidence, nor were they compared with high-evidence approaches.

When the literature is reviewed, no Turkish studies have been found that compile the recommended approaches for different stages of low back pain in line with the most recent clinical practice guidelines, or that analyze and compare them regarding their level of evidence. Due to the high clinical prevalence of low back pain, we believe there is a need for an up-to-date Turkish guideline to ensure that current approaches recommended for the acute, subacute, and chronic periods are more accessible and applicable in our country. Therefore, the aim of this study is to compile the recommendations of current clinical practice guidelines developed for managing low back pain of different durations, compare them with evidence-based practices, and create a concise Turkish clinical practice guide for the treatment of low back pain.

Management Strategies For Low Back Pain By Period

Management Of Acute Low Back Pain (<6 Weeks)

Acute low back pain is one of the most common reasons for presentations to primary healthcare services (Karataş et al., 2022). The aging population, sedentary lifestyle, and various risk factors cause this condition to become an increasing health problem (Knezevic et al., 2021). This pain, which generally lasts between a few days and four weeks, has a stabbing or sharp character and can sometimes radiate to the legs with sciatica-like symptoms (Maher et al., 2017). It reduces the quality of life by negatively affecting daily living and the workforce (Patrick et al., 2014). Clinical guidelines developed for non-specific low back pain are based on systematic reviews, meta-analyses, and randomized controlled trials (Wirth &

Schweinhardt, 2024). Corp et al. (2021) analyzed European guidelines between 2013 and 2020 and stated that they offered recommendations for bed rest, paracetamol, antidepressants, anticonvulsants, muscle relaxants, spinal injections, traction, orthoses, and various physical agents (electrotherapy, shortwave, laser) (Corp et al., 2021).

In the study conducted by Zhou et al. (2024), 22 clinical guidelines published between 2017 and 2022 were reviewed, and the most frequently recommended treatment approaches for acute low back pain were listed (Zhou et al., 2024). Accordingly, the most commonly recommended methods are NSAIDs, therapeutic exercise, staying active, spinal manipulation, and opioid use (Zhou et al., 2024). Similarly, Oliveira et al. (2018) recommended continuing daily activities, avoiding bed rest, using NSAIDs, and short-term prescriptions of weak opioids (Oliveira et al., 2018). In the study by Zhou et al., 7 out of 22 guidelines do not recommend bed rest, while Oliveira et al. report that this view is present in 7 out of 12 (64%) reviewed guidelines (Oliveira et al., 2018; Zhou et al., 2024). A guideline published in 2024 also states that bed rest is not recommended for longer than 48 hours and indicates that staying active leads to better outcomes (Sharif et al., 2024).

The meta-analysis by Van der Gaag et al., which examined the efficacy of NSAIDs, showed that these drugs significantly reduced pain intensity in the short term (≤ 3 weeks) compared to placebo, supported by moderate-quality evidence (van der Gaag et al., 2020). In the guideline published by Kreiner et al., NSAIDs are included in the treatment of acute low back pain with a Level B recommendation (Kreiner et al., 2020). The guideline published by the World Federation of Neurosurgical Societies in 2024 stated that NSAIDs are the first-line pharmacological treatment in the management of acute low back pain lasting <4 weeks (Sharif et al., 2024).

Opioids are agents that exert analgesic effects through kappa and delta receptors (Phillips et al., 2017). Although the NICE guideline (National Institute for Health and Care Excellence) (2020) states that there is no strong evidence that long-term use leads to addiction, recent randomized controlled trials show that opioids do not significantly reduce pain intensity compared to placebo, whereas adverse effects are seen more frequently (Sharif et al., 2024; Deyo et al., 2015). Therefore, it is reported that the routine use of opioids is not recommended and should be limited to short-term use only (Recommendation Grade: B) (Kreiner et al., 2020). In their guideline published in 2024, the World Federation of Neurosurgical Societies also recommended that opioids could be used for a short duration in the management of acute low back pain lasting <4 weeks only if NSAIDs or acetaminophen are contraindicated/tolerated poorly (Sharif et al., 2024).

Spinal manipulation, as a high-velocity, low-amplitude method applied in acute low back pain, has been found effective in terms of reducing pain and providing functional improvement (Paige et al., 2017). However, some systematic reviews also show that it has no superiority over other treatments (Rubinstein et al., 2013; Rubinstein et al., 2012). In the guidelines published by the American College of Physicians and Wang et al. (2024), it was stated that spinal manipulation provides functional improvement compared to placebo and its application is recommended (Qaseem et al., 2017; Wang et al., 2024) (Evidence Level I, Recommendation Grade: B). Similarly, the guideline published by the World Federation of Neurosurgical Societies in 2024 stated that spinal manipulation can provide short-term improvement in the management of acute low back pain lasting <4 weeks (Sharif et al., 2024).

Therapeutic exercises were identified as the second most frequently recommended method in the study by Zhou et al. (2024). Although core stabilization and motor control exercises are

particularly recommended, systematic reviews have found no distinct superiority of these exercises on short-term pain and long-term disability compared to other exercise types or non-treatment groups (Pinto et al., 2021; Ijzelenberg et al., 2023). The American College of Physicians recommends the use of motor control exercises (George et al., 2021); however, overall results show that these exercises do not provide a significant additional contribution (Qaseem et al., 2017) (Evidence Level I, Recommendation Grade: D). Furthermore, regular exercise and a high education level may reduce the risk of acute low back pain becoming chronic (Oertel et al., 2024). Heat application is among the most frequently recommended methods after opioids in the study by Zhou et al. (2024).

In the study conducted by Zhou et al., it was observed that the most recommended methods after opioids in acute low back pain management were heat application, massage, acupuncture, muscle relaxants, and spinal mobilization, respectively (Zhou et al., 2024). Moderate-quality evidence shows that heat application significantly reduces pain within 5 days and disability within 4 days compared to placebo (French et al., 2006). Low-quality evidence has revealed that heat application may be more effective than paracetamol or ibuprofen and increases its analgesic effect when used in combination with exercise (Mayer et al., 2005). Kreiner et al. also recommend heat application for short-term pain control (Recommendation Grade: B) (Kreiner et al., 2020).

Massage is used as a complementary method in the management of acute low back pain and provides soft tissue treatment (Farber & Wieland, 2016). In a randomized controlled trial (RCT) (n=51), it was found effective in reducing pain in the short term but was noted not to provide functional improvement (Yip & Tse, 2004) (Evidence Level II). Accordingly, massage application is recommended with a recommendation level of C (Wang et al., 2024).

However, some guidelines have stated that massage added to an exercise program does not provide sufficient evidence for relieving pain (Kreiner et al., 2020).

Acupuncture is a method based on traditional Chinese medicine and has been found effective in reducing pain in acute low back pain compared to placebo and sham acupuncture (Wu et al., 2021) (Evidence Level I). According to the American College of Physicians, it can increase the overall effect compared to NSAIDs (Qaseem et al., 2017). The efficacy of warm acupuncture applied with heated needles has also been demonstrated (Li et al., 2022). However, some reviews state that the evidence regarding the effect of acupuncture is contradictory and that treatment efficacy does not create a significant difference compared to inert interventions (Gianola et al., 2022; Liu et al., 2015). For this reason, acupuncture is recommended as a complementary approach in acute low back pain with Evidence Level I, Recommendation Level C (Wang et al., 2024). The guideline published by the World Federation of Neurosurgical Societies in 2024 stated that acupuncture is moderately effective in reducing pain intensity in the management of acute low back pain lasting <4 weeks (Sharif et al., 2024).

Muscle relaxants are the third most frequently prescribed drug group in low back pain. They include benzodiazepine and non-benzodiazepine types and provide a sedative effect in addition to reducing muscle spasms (Cashin et al., 2021). Meta-analyses (n=6505) reported that these drugs are effective in reducing pain in the short term (≤ 2weeks) but do not provide a significant contribution to improving functional loss (Cashin et al., 2021). The quality of evidence is low to moderate (Sharif et al., 2024). Although widely used in clinical practice, guidelines' stances on muscle relaxants differ. According to Oliveira et al., 54% of the guidelines recommend these drugs, while 45% do not (Oliveira et al., 2018). In the study by Zhou et al., 6 out of 22 guidelines supported the use of

muscle relaxants (Zhou et al., 2024). In their guideline published in 2024, the World Federation of Neurosurgical Societies also stated that non-benzodiazepine muscle relaxants could be recommended for spasms in the management of acute low back pain lasting <4 weeks, whereas the efficacy of benzodiazepines was mixed (Sharif et al., 2024).

According to the study by Zhou et al. (2024), among the methods most frequently recommended by clinical guidelines after spinal mobilization are paracetamol, reassurance, fear-avoidance education, cognitive behavioral therapy (CBT), laser therapy, shortwave diathermy, cold application, and antidepressants. Paracetamol is recommended in 6 guidelines (Zhou et al., 2024), whereas in the study by Oliveira et al. (2018), it is recommended in only half of them due to its limited efficacy. For example, the Australian guideline recommends paracetamol but warns clinicians and patients that its efficacy may be limited (NSW Agency for Clinical Innovation, 2016).

Reassurance aims to reduce patients' fear and anxiety by explaining that low back pain is not a serious condition and by informing them about a favorable prognosis. Oliveira et al. (2018) reported that this approach was recommended in 10 out of 14 guidelines (71%), while Zhou et al. (2024) reported its inclusion in 3 guidelines. Reassurance is also important for directing patients toward their normal activities (Oliveira et al., 2018). In line with current evidence, the efficacy of this holistic treatment method is highly supported and classified as Recommendation Grade: A (Kreiner et al., 2020).

Fear-avoidance beliefs are associated with pain-related movement avoidance behaviors. Reducing these behaviors aims to provide not only physical but also psychosocial improvement. Current guidelines recommend integrating such psychosocial

interventions with physical therapy (Recommendation Grade: A) (Kreiner et al., 2020; Monticone et al., 2013).

Cognitive Behavioral Therapy (CBT) stands out as an effective intervention targeting psychosocial factors. Oliveira et al. (2018) reported that CBT was approved in 10 out of 11 guidelines. The application of CBT in combination with physical therapy is more effective in reducing both pain levels and functional limitation compared to its application alone (Recommendation Grade: A-B) (Kreiner et al., 2020).

Low-level laser therapy is used to reduce inflammation and promote healing (Cotler et al., 2015). In two different RCTs (n=546, n=65), it was reported that its combination with NSAIDs provided significant improvements in pain and disability levels (Konstantinovic et al., 2010; Panah et al., 2021). Therefore, it is recommended as an additional option in the management of acute low back pain (Evidence Level II, Recommendation Grade: B) (Qaseem et al., 2017).

Shortwave diathermy is one of the high-frequency electrotherapy modalities; however, current systematic reviews state that this method should not be recommended for acute or subacute low back pain (Qaseem et al., 2017) (Evidence Level I) (Wang et al., 2024).

Cold application (cryotherapy) and thermotherapy are among the non-pharmacological approaches. Thermotherapy is more widely recommended for acute low back pain today (Kreiner et al., 2020) and has been reported to be more effective than cryotherapy in reducing pain when applied in combination with naproxen (Dehghan & Farahbod, 2014). Both methods appear to be effective in alleviating symptoms in the short term (Dehghan & Farahbod, 2014).

Zhou et al. (2024) reported in their study that antidepressants were recommended for acute low back pain in only 2 out of 22 clinical guidelines. On the other hand, Oliveira et al. (2018) noted that some guidelines recommend antidepressants only for use as needed in chronic low back pain. Kreiner et al. (2020) did not recommend antidepressants for the treatment of low back pain (Recommendation Grade: A).

Zhou et al. (2024) listed TENS, lumbar supports, interferential current therapy, electrical muscle stimulation, antiepileptics, herbal medicines, back school, and multidisciplinary treatment among other treatment options recommended after antidepressants. However, each of these methods was recommended by only one guideline. Despite the potential of TENS to reduce pain, its superiority over sham stimulation could not be demonstrated in systematic reviews and meta-analyses (n=192) (Binny et al., 2019) (Evidence Level I). Wang et al. (2024) also reported that there was insufficient evidence (Evidence Level I, Recommendation Grade B).

Evidence regarding the effectiveness of lumbosacral orthoses is limited. Although short-term pain relief and functional improvement have been observed in some studies (Anders & Hübner, 2019), definitive findings indicating that orthoses cause muscle weakness are lacking (Takasaki & Miki, 2017). No significant changes were observed in EMG measurements, and no negative effects on muscle functions were detected; however, the quality of current evidence is low. The guideline published by the World Federation of Neurosurgical Societies in 2024 also stated that lumbar supports can reduce pain and increase function, but noted that there is no evidence indicating they cause muscle deconditioning (Sharif et al., 2024).

Regarding herbal medicines, Oliveira et al. (2018) stated that these treatments were mentioned in only 2 out of 15 studies (13%). While one of these guidelines recommended them (Canada TOP,

2015), the other argued that they should not be used for any type of low back pain (Chenot et al., 2017).

Back schools are education-based interventions aimed at providing individuals with information on spine anatomy, ergonomics, and exercise (Sharif et al., 2024). However, Poquet et al. (2016) showed that the short- and long-term effectiveness of back schools was not superior to other methods. Therefore, the effectiveness of back schools in acute and subacute non-specific low back pain remains uncertain (Sharif et al., 2024).

Multidisciplinary rehabilitation was recommended in nine guidelines reviewed by Oliveira et al. (2018). While some of these recommend it to all patients (Latorre Marques, 2012), others advise transitioning to this method only in cases where monodisciplinary approaches remain insufficient (van Tulder et al., 2010).

The choice of intervention methods in the management of acute low back pain varies in light of current scientific evidence. The treatment modalities applied encompass pharmacological approaches, patient education, physical agents, and strategies that support staying active. The effectiveness and recommendation grades of these interventions have been determined based on systematic reviews and international clinical guidelines in the literature. The intervention methods recommended in the acute period, along with their levels of evidence and grades of recommendation, are presented in Table 1.

Table 1. Methods Used in the Management of Acute Low Back Pain and Their Levels of Evidence

Intervention Method	Level of Evidence	Recommendation Rating
Reassurance (Livingston ve ark.) (67)	I	A
Remaining Active (Return to Activity) (Dahm ve ark.) (7)	I	A
Antidepressants (Garg ve ark.) (69)	I	A (Not recommended)

Muscle Relaxants (Cashin ve ark.) (48)	I	B
TENS (Johnson ve ark.) (70)	I	B
NSAIDs (Van der Gaag ve ark.) (27)	I	A-B
Paracetamol (Abdel Shaheed ve ark.) (66)	I	C-D
Short-Wave Diathermy (Wang ve ark.) (35)	I	C-D (Not recommended)
Multidisciplinary Treatment (Hong ve ark.) (71)	I-II	A
Cognitive Behavioral Therapy (CBT) (Richmond) (68)	I-II	A-B
Spinal Manipulation (Smith ve ark.) (63)	I-II	B
Spinal Mobilization (Coulter ve ark.) (65)	I-II	B
Acupuncture (Xiang ve ark.) (64)	I-II	C
Therapeutic Exercise (Oliveira ve ark.) (18)	I-II	C-D
Opioids (Deyo ve ark.) (30)	II	B
Heat Therapy (Dehghan ve ark.) (54)	II	B
Laser Therapy (Wang ve ark.) (35)	II	B
Cold Therapy (Dehghan ve ark.) (54)	II	C
Herbal Medicines (Chou ve ark.) (72)	II-III	B
Massage (Qaseem ve ark.) (34)	II-III	C
Lumbar Supports (Takasaki ve ark.) (57)	II-III	C
Back School (Poquet ve ark.) (60)	II-III	C-D
Fear-Avoidance Education (Kreiner ve ark.) (28)	-	A
Antiepileptic Drugs (Hong ve ark.) (71)	-	B
Interferential Current Therapy (Hong ve ark.) (71)	-	I
Electrical Muscle Stimulation (Hong ve ark.) (71)	-	I

Management Of Subacute Low Back Pain (6–12 Weeks)

The subacute period is defined as a critical "transitional" phase continuing between 6 and 12 weeks from the onset of pain, where the acute period has ended but chronicity has not yet fully established (Chiarotto & Koes, 2022). This is a process where tissue healing is largely completed, but symptoms persist. Clinical guidelines emphasize that treatment strategies at this stage should focus not only on symptomatic pain control but also on the prevention of factors that trigger chronicity (Zhou et al., 2024).

Subacute period management can be classified through recommended treatment methods and modalities as follows:

Physiotherapy and Exercise Therapy: A comprehensive systematic review published by Wang et al. in 2024 demonstrated the superiority of exercise therapy over passive modalities in the subacute period. The primary objective of exercise during this phase is to increase functional capacity and to break fear-avoidance behaviors (Wang, X. Et al., 2024).

Core Stabilization and Motor Control Exercises: In the subacute period, exercises targeting the activation of deep muscles supporting the lumbar region (multifidus and transversus abdominis) come to the fore. Pinto et al. stated that motor control exercises can improve the morphology and function of the lumbar multifidus muscle in patients with low back pain (Pinto, SM. et al., 2021). Wang et al. proved that these exercises are more effective in improving pain, proprioception (joint position sense), and disability compared to thermal therapies or general strengthening exercises alone (Wang, X. Et al., 2024). (Evidence Level II, Recommendation Grade B).

Combined Exercise Programs: Multifaceted programs containing strengthening, mobility, and stretching exercises instead of a single type of exercise have been reported to be superior to standard occupational care in improving quality of life and functionality (Evidence Level II, Recommendation Grade C).

Staying Active: Zhou et al. (2024) reported that the vast majority of guidelines (7/11) strictly recommend avoiding bed rest and advise patients to continue daily life activities within their pain tolerance.

Manual Therapy Methods: Manual therapy is another important treatment group recommended for pain modulation and increasing joint range of motion in the subacute period.

Spinal Manipulation (SMT): High-velocity, low-amplitude (HVLA) manipulations have been stated to be effective in reducing pain and disability in subacute low back pain, yielding better outcomes compared to routine medical care (e.g., medication only) (Evidence Level II, Recommendation Grade B). Zhou et al. (2024) note that 7 out of 11 guidelines strongly recommend SMT.

Massage Therapy: Massage application has been shown to be effective in the short term for reducing pain and functional limitation compared to inactive controls (Evidence Level I, Recommendation Grade B). However, since massage is a passive treatment, it generally yields more significant and lasting results when combined with active exercise programs (Farber & Wieland, 2016).

Spinal Mobilization: Spinal mobilization (such as Maitland or Mulligan techniques) added to exercise and electrotherapy has been found to provide additional improvement in pain and disability scores compared to exercise alone (Evidence Level II, Recommendation Grade C).

Physical Agents and Modalities: Evidence regarding the use of physical agents in this period is weaker, and clinicians are advised to be selective.

Therapeutic Ultrasound and Diathermy: Wang et al. (2024) emphasized that evidence supporting the use of therapeutic ultrasound and shortwave/microwave diathermy in subacute low back pain management is insufficient. Expert consensus does not recommend the routine use of these methods (Evidence Level I, Recommendation Grade B - Insufficient Evidence).

Heat Application: It is moderately recommended in some guidelines for short-term relief to resolve muscle spasms and to prepare the patient for exercise (Dehghan & Farahbod, 2014).

Pharmacological Treatment: According to the analysis by Zhou et al., all of the 11 guidelines (100%) providing recommendations for the subacute period recommend the use of Non-Steroidal Anti-inflammatory Drugs (NSAIDs) (Zhou et al., 2024). Van der Gaag et al. (2020) confirm that NSAIDs are effective in short-term pain control.

Other Agents: While muscle relaxants (5 guidelines) can be considered in the presence of spasms, there are serious reservations regarding opioid use (4 guidelines), and they are generally not recommended (Sharif et al., 2024).

Psychosocial Management (Yellow Flags): Screening for psychosocial risk factors ("Yellow Flags") beyond biological factors is essential for treatment success in the subacute period. Chou and Shekelle (Chou & Shekelle, 2010) revealed that maladaptive coping behaviors, high pain severity, functional limitation, and psychiatric comorbidities (depression, anxiety) are the strongest predictors in forecasting the development of persistent and disabling low back pain. For patients exhibiting these risk factors, integrating cognitive behavioral strategies into the treatment in the early stage is recommended (Wirth & Schweinhardt, 2024). The intervention methods recommended in the subacute period, along with their levels of evidence and grades of recommendation, are presented in Table 2.

Table 2. Methods Used in the Management of Subacute Low Back Pain and Their Levels of Evidence

Intervention Method	Level of Evidence	Recommendation Rating
Opioids (Sharif ve ark.) (26)	I	A (Not recommended)
Massage (Wang ve ark.) (35) Therapeutic Ultrasound (Wang ve ark.) (35)	I I	B B (Insufficient)
Shortwave / Diathermy (Wang ve ark.) (35)	I	B (Insufficient)
NSAIDs (Available Guides) (28)	I-II	B
Spinal Manipulation (Wang ve ark.) (35)	II	B

Core / Motor Control Exercises (Wang ve ark.) (35)	II	B
Combined Exercise (Strengthening) (Wang ve ark.) (35)	II	C
Spinal Mobilization (Wang ve ark.) (35)	II	C
Cognitive Behavioral Therapy (Wang ve ark.) (35)	II	D (Insufficient)

Management Of Chronic Low Back Pain (>12 Weeks)

Chronic low back pain is a condition lasting longer than 12 weeks, exceeding the expected biological duration for tissue healing, and is frequently characterized by a complex interaction of biological, psychological, and social factors (6). In this period, pain is no longer accepted merely as a symptom of tissue damage but as a condition or disease associated with alterations in the functioning of the nervous system (central sensitization). Treatment approaches should be individualized based on the patient's dominant pain mechanism (nociceptive, neuropathic, or nociplastic) and planned through the following methods (24).

Exercise Therapy (The Gold Standard): Exercise is the component with the strongest evidence in the treatment of chronic low back pain. Zhou et al. (19) found that 13 out of 14 guidelines recommend exercise as the most robust treatment. Searle et al. (9) provided strong evidence indicating that exercise interventions reduce pain and increase functional capacity in chronic low back pain.

Exercise Type and Variety: Ijzelenberg et al. (37) state that Pilates, motor control exercises, and aerobic exercises are effective in reducing pain intensity during the chronic period. Although it is noted that Pilates may have a slight superiority over other exercises in reducing pain severity, the primary determining factor is not the type of exercise, but continuity and adherence.

Individualized Program: The best exercise is the one that the patient agrees to perform and maintains over time. The role of the healthcare professional should be that of a "coach" who guides the patient toward an active lifestyle.

Patient Education and Cognitive Approaches: Patient education in chronic pain management should aim to alter the patient's beliefs rather than just providing raw information.

Neurophysiological Pain Education: Traditional "pathomorphological" briefing (e.g., focusing solely on a herniated disc, disc degeneration, or 'wear and tear of bones') can increase anxiety, fear, and kinesiophobia (fear of movement) in patients (24). Instead, providing neurophysiological education that explains how pain is processed by the nervous system and that pain can exist even without tissue damage is much more effective in changing patients' pain perception, disability beliefs, and sedentary behavior (Evidence Level I, Recommendation Grade A).

Cognitive Behavioral Therapy (CBT): CBT is strongly recommended, particularly for patients with depressive symptoms or high fear-avoidance behaviors. Richmond et al. (68) reported that CBT is effective in reducing pain severity and disability.

Multidisciplinary Rehabilitation: Biopsychosocial programs that combine physical and psychological treatments are superior to single-discipline treatments. Monticone et al. (50) demonstrated that multidisciplinary programs provide long-term effects in reducing disability and fear-avoidance behaviors in patients with chronic low back pain. These programs typically require the coordinated collaboration of a physician, physiotherapist, psychologist, and occupational therapist.

Complementary and Alternative Medicine (CAM): Acupuncture: Zhou et al. (19) reported that the use of acupuncture is widely accepted in the chronic period (11 out of 14 guidelines).

Xiang et al. (64) indicated that acupuncture can be effective compared to placebo in chronic pain management.

Spinal Manipulation: Coulter et al. (65) stated that spinal manipulation and mobilization offer moderate-quality evidence in reducing pain and improving function for chronic low back pain treatment, representing a safe option.

Pharmacological and Interventional Treatments: Medication use and interventional methods during the chronic period should be of a nature that supports active treatments.

Medications: NSAIDs can be utilized during flare-up periods (19). Certain antidepressants, such as duloxetine, can be considered as a second-line option (34). do not recommend opioids for chronic low back pain, stating that they bring more harm (addiction, tolerance, hyperalgesia) than benefit. Paracetamol has also been shown to have no superiority over placebo in low back pain (66).

Interventional Methods: Wirth and Schweinhardt (24) state that the evidence for methods such as epidural steroid injections or prolotherapy is insufficient. Radiofrequency ablation may be an option only for facet joint pain confirmed by diagnostic blocks. The intervention methods recommended in the chronic period, along with their levels of evidence and grades of recommendation, are presented in Table 3.

Table 3. Methods Used in the Management of Chronic Low Back Pain and Their Levels of Evidence

Intervention Method	Level of Evidence	Recommendation Rating
Therapeutic Exercise (Searle ve ark.) (9)	I	A
Multidisciplinary Rehabilitation (Monticone ve ark.) (50)	I	A
Patient Education (Neurophysiological) (Wirth ve ark.) (24)	I	A
Cognitive Behavioral Therapy (Richmond ve ark.) (68)	I	A

Opioids (Sharif ve ark.) (26)	I	A (Not recommended)
Bed Rest (Dahm ve ark.) (7)	I	A (Not recommended)
Paracetamol (Abdel Shaheed ve ark.) (66)	I	A (Not recommended)
Massage (Wang ve ark.) (35)	I	B
NSAIDs (Enthoven ve ark.) (27)	I-II	B
Spinal Manipulation (Coulter ve ark.) (65)	II	B
Acupuncture (Xiang ve ark.) (64)	II	C
Passive Modalities (Ultrasound, etc.) (Wang ve ark.) (35)	I-II	D (Insufficient)

Conclusion And Clinical Recommendations

Treatment approaches applied in the acute, subacute, and chronic periods of low back pain have undergone a significant paradigm shift in light of high-quality randomized controlled trials and systematic reviews conducted in recent years. As emphasized in current scientific research and guidelines (Zhou et al., 2024; Chou et al., 2008), there is a clear transition in low back pain management from passive treatments (bed rest, electrical modalities) toward active treatments (exercise, education, cognitive therapies).

In the acute period, preventing patients from becoming sedentary due to fear of pain, avoiding bed rest, and encouraging a return to daily activities as soon as possible are the most fundamental factors accelerating the recovery process (Dahm et al., 2010). The subacute period offers a critical window for determining the risk of pain becoming chronic. Early identification of biopsychosocial risk factors ("Yellow Flags") in this phase (Chou & Shekelle, 2010), along with manual therapies supported by combined exercise programs, enhances functional recovery and prevents the development of disability (Pinto et al., 2021; Chou et al., 2008).

In the chronic period, pain should no longer be treated merely as tissue damage, but rather as an interaction between psychosocial factors and a modulation disorder of the nervous system (nociplastic

pain). At this stage, the "one-size-fits-all" approach has lost its validity. Treatment must be individualized based on the patient's dominant pain mechanism, beliefs, and preferences (Wirth & Schweinhardt, 2024). Multidisciplinary approaches (Suman A. et al., 2017) comprising therapeutic exercise (especially Pilates, motor control) (Searle et al., 2015), neurophysiological patient education, and cognitive behavioral therapies (Richmond et al., 2015) constitute the gold standard of chronic low back pain management. Conversely, the use of passive physical agents such as opioids, bed rest, and therapeutic ultrasound is not recommended in current guidelines due to insufficient evidence or potential harms (Sharif et al., 2024; Chou et al., 2008).

In conclusion, success in the treatment of low back pain is possible through a transition from the biomedical model, where the patient is a passive recipient, to the biopsychosocial model, where the patient actively participates in treatment, is educated, and is empowered. In this sense, it is of great importance for clinicians, in light of current evidence, to avoid unnecessary imaging and ineffective passive treatments, and instead direct patients toward active lifestyles and self-management strategies.

References

Abdel Shaheed C, Ferreira GE, Dmitritchenko A, et al (2021). The efficacy and safety of paracetamol for pain relief: an overview of systematic reviews. *Med J Aust. 214*(7):324-33. DOI: 10.5694/mja2.50992

Anders C, Hübner A (2019). Influence of elastic lumbar support belts on trunk muscle function in patients with non-specific acute lumbar back pain. *PLoS One. 14*(1):e0211042. DOI: 10.1371/journal.pone.0211042

Binny J, Joshua Wong NL, Garga S, et al (2019). Transcutaneous electric nerve stimulation (TENS) for acute low back pain: systematic review. *Scand J Pain. 19*(2):225-233. DOI: 10.1515/sjpain-2018-0124

Canada TOP (2015).Evidence-informed primary care management of low back pain. Edmonton (AB): toward optimized practice. https://www.ihe.ca/public/uploaded/lbp-guideline%20(1).pdf

Cashin AG, Folly T, Bagg MK, et al (2021). Efficacy, acceptability, and safety of muscle relaxants for adults with non-specific low back pain: systematic review and meta-analysis. *bmj. 374*:n1446. DOI: 10.1136/bmj.n1446

Chenot JF, Greitemann B, Kladny B, Petzke F, Pfingsten M, Schorr SG (2017). Non-Specific Low Back Pain. *Dtsch Arztebl Int. 114*(51-52):883-890. DOI: 10.3238/arztebl.2017.0883

Chiarotto, A., Koes, B. W (2022). Nonspecific low back pain. *N Engl J Med. 386*(18):1732-1740. DOI: 10.1056/NEJMcp2032396

Chou R, Qaseem A, Snow V, et al (2008). Clinical Efficacy Assessment Subcommittee of the American College of Physicians; American College of Physicians; American Pain Society Low Back

Pain Guidelines Panel. Diagnosis and treatment of low back pain: a joint clinical practice guideline from the American College of Physicians and the American Pain Society. *Ann Intern Med. 148*(3):247-8. DOI: 10.7326/0003-4819-147-7-200710020-00006

Chou R, Shekelle P (2010). Will this patient develop persistent disabling low back pain? *JAMA. 303*(13):1295–302. DOI: 10.1001/jama.2010.344

Corp, N., Mansell, G., Stynes, S., et al (2021). Evidence-based treatment recommendations for neck and low back pain across Europe: A systematic review of guidelines. *Eur. J. Pain. 25*(2):275–295. DOI: 10.1002/ejp.1679

Cotler HB, Chow RT, Hamblin MR, et al (2015). The use of low level laser therapy (LLLT) for musculoskeletal pain. *MOJ Orthop Rheumatol. 2*(5):00068. DOI: 10.15406/mojor.2015.02.00068

Coulter ID, Crawford C, Hurwitz EL, Vernon H, Khorsan R, Suttorp Booth M, et al., Manipulation and mobilization for treating chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis (2018). *Spine J. 18*(5):866-879. DOI: 10.1016/j.spinee.2018.01.013

ÇAĞASIOĞLU, A., YUMUŞAKHUYLU, Y., KETENCİ, A., TORAMAN, N. F., KARATAŞ, G. K., KURU, Ö., KİRAZLI, Y., ÇAPACI, K., ERİMAN, E., & HALİLOĞLU, S. (2015). Burden of Chronic Low Back Pain in the Turkish Population. Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation, 61(1), 58-64. https://doi.org/10.5152/tftrd.2015.23921

Dahm KT, Brurberg KG, Jamtvedt G, Hagen KB (2010). Advice to rest in bed versus advice to stay active for acute low-back pain and sciatica. *Cochrane Database Syst Rev. 2010*(6):CD007612, doi: 10.1002/14651858.CD007612.pub2

Dehghan M, Farahbod F (2014). The efficacy of thermotherapy and cryotherapy on pain relief in patients with acute low back pain, a clinical trial study. *J Clin Diagn Res: J Clin Diagn Res. 8(*9):LC01-4. DOI: 10.7860/JCDR/2014/7404.4818

Deyo RA, Von Korff M, Duhrkoop D (2015). Opioids for low back pain. *Bmj. 350*:g6380. doi: 10.1136/bmj.g6380

Farber K and Wieland LS (2016). Massage for low-back pain. Explore (New York, NY). 12: 215–217. DOI: 10.1016/j.explore.2016.02.014

French SD, Cameron M, Walker BF, Reggars JW, Esterman AJ (2006). Superficial heat or cold for low back pain. Cochrane *Database Syst Rev. 2006*(1):CD004750, doi: 10.1002/14651858.CD004750.pub2

Garg - B, George J, Mehta N (2022). Non-operative treatment for low back pain: A review of evidence and recommendations. *Natl Med J India. 35*(1):19-27. DOI: 10.25259/NMJI_827_20

George SZ, Fritz JM, Sil es SP, et al (2021). Interventions for the management of acute and chronic low back pain: revision. *J Orthop Sports Phys Ther 2021*;51: Cpg1–cpg60. DOI: 10.2519/jospt.2021.0304

Gianola S, Bargeri S, Del Castillo G, et al (2022). Effectiveness of treatments for acute and subacute mechanical non-specific low back pain: a systematic review with network meta-analysis. *Br J Sports Med. 56*(1): 41–50. DOI: 10.1136/bjsports-2020-103596

Graham ID, Harrison MB (2005). Evaluation and adaptation of clinical practice guidelines. *Evid. Based Nurs. 8*(3):68–72. DOI: 10.1136/ebn.8.3.68. DOI: 10.1136/ebn.8.3.68

Hong JY, Song KS, Cho JH, Lee JH, Kim NH (2022). An Updated Overview of Low Back Pain Management. *Asian Spine J. 16*(6):968-982. DOI: 10.31616/asj.2021.0371

Ijzelenberg W, Oosterhuis T, Hayden JA, et al (2023). Exercise therapy for treatment of acute non-specific low back pain. *Cochrane Database Syst Rev. 8*(8):CD009365. doi: 10.1002/14651858.CD009365.pub2

Johnson MI, Paley CA, Jones G, Mulvey MR, Wittkopf PG (2022). Efficacy and safety of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for acute and chronic pain in adults: a systematic review and meta-analysis of 381 studies (the meta-TENS study). *BMJ Open. 12*(2):e051073. DOI: 10.1136/bmjopen-2021-051073

Jones DJ, Barkun AN, Lu Y, et al (2012). Conflicts of interest ethics: silencing expertise in the development of international clinical practice guidelines. *Ann Intern Med. 156*(11):809–16. DOI: 10.7326/0003-4819-156-11-201206050-00008

Karataş M, Koç EM, Aksoy H, Tosun A (2022). Assessment of Family Medicine Research Assistants' Knowledge Level About Low Back Pain Approach in Primary Care. *J Tepecik Educ Res Hosp. 32(*3):423-30. doi.org/10.4274/terh.galenos.2021.15679

Knezevic NN, Candido KD, Vlaeyen JWS, Van Zundert J, Cohen SP (2021). Low back pain. *Lancet Lond Engl. 398*(10294):78–92. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)00733-9

Koes BW, Van Tulder M, Lin C-WC, Macedo LG, McAuley J, Maher C (2010). An updated overview of clinical guidelines for the management of non-specific low back pain in primary care. *Eur Spine J. 19*(12):2075–94. DOI: 10.1007/s00586-010-1502-y

Konstantinovic LM, Kanjuh ZM, Milovanovic AN, et al (2010). Acute low back pain with radiculopathy: a double-blind,

randomized, placebo-controlled study. *Photomed Laser Surg. 28*(4):553-60. DOI: 10.1089/pho.2009.2576

Kreiner DS, Matz P, Bono CM, et al (2020). Guideline summary review: an evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of low back pain. *Spine J. 20*: 998–1024. DOI: 10.1016/j.spinee.2020.04.006

Latorre Marques E (2012). (.) The treatment of low back pain and scientific evidence, low back pain. In: Norasteh AA (ed) InTech. DOI: 10.5772/33716.

Li T, Wang S, Cheng K, et al (2022). Comparing the ef cacy of two different temperature stimulation in warm acupuncture on acute low back pain: a randomized controlled trial. *Integr Med Res. 11*(1):100748. DOI: 10.1016/j.imr.2021.100748

Liu L, Skinner M, McDonough S, et al (2015). Acupuncture for low back pain: an overview of systematic reviews. *Evid-based Complementary Altern Med: ECAM. 2015*: 328196. DOI: 10.1155/2015/328196.

Livingston, C., King (2011). V., Little, A., Pettinari, C., Thielke, A., Gordon, C. State of Oregon Evidence-based Clinical Guidelines Project. Evaluation and management of low back pain: A clinical practice guideline based on the joint practice guideline of the American College of Physicians and the American Pain Society (Diagnosis and treatment of low back pain)

Maher C, Underwood M, Buchbinder R (2017). Non-specific low back pain. Lancet Lond Engl. 389(10070):736–747. DOI: 10.1016/S0140-6736(16)30970-9.

Mayer JM, Ralph L, Look M, et al (2005). Treating acute low back pain with continuous low-level heat Wrap therapy and/ or exercise:

a randomized controlled trial. *Spine J. 5*:395-403. DOI: 10.1016/j.spinee.2005.03.009

Monticone M, Ferrante S, Rocca B, Baiardi P, Farra FD, Foti C (2013). Effect of a long-lasting multidisciplinary program on disability and fear-avoidance behaviors in patients with chronic low back pain: results of a randomized controlled trial. *Clin J Pain. 29* (11):929–38. doi: 10.1097/AJP.0b013e31827fef7e.

Ng JY, Mohiuddin U, Azizudin AM (2021). Clinical practice guidelines for the treatment and management of low back pain: a systematic review of quantity and quality. *Musculoskeletal Sci Pract. 51*:102295. doi: 10.1016/j.msksp.2020.102295

NSW Agency for (2016). Clinical Inovation (ACI) (.) Management of people with acute low back pain model of care. Available from: https://www.aci.health.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0007/336688/acute-low-back-pain-moc.pdf

O'Connell NE, Cook CE, Wand BM, Ward SP (2016). Clinical guidelines for low back pain: a critical review of consensus and inconsistencies across three major guidelines. Best Pract Res Clin *Rheumatol. 30*(6):968–80. DOI: 10.1016/j.berh.2017.05.001

Oertel J, Sharif S, Zygourakis C, Sippl C (2024). Acute low back pain: Epidemiology, etiology, and prevention: WFNS spine committee recommendations. *World Neurosurg X. 22*:100313, doi: 10.1016/j.wnsx.2024.100313

Oksuz, E (2006). Prevalence, risk factors, and preference-based health states of low back pain in a Turkish population. *Spine. 31*(25):E968-E972. DOI: 10.1097/01.brs.0000247787.25382.3c

Oliveira, C. B., Maher, C. G., Pinto, R. Z., et al (2018). Clinical practice guidelines for the management of non-specific low back

pain in primary care: An updated overview. *Eur Spine J. 27*(11):2791–2803. DOI: 10.1007/s00586-018-5673-2

Paige NM, Miake-Lye IM, Booth MS, et al (2017). Association of spinal manipulative therapy with clinical benefit and harm for acute low back pain: systematic review and meta-analysis. *Jama. 317*: 1451–1460. DOI: 10.1001/jama.2017.3086

Panah HM, Abbasi M, Yazdi Z, et al (2021). Comparative study of combination therapy with non-steroidal anti-inflammatory drugs and different doses of low level laser therapy in acute low back pain. *J Bodyw Mov Ther. 27*:705-709. doi: 10.1016/j.jbmt.2021.05.015

Patrick N, Emanski E, Knaub MA (2014). Acute and chronic low back pain. *Med Clin. 98*(4):777–789. DOI: 10.1016/j.mcna.2014.03.005

Phillips JK, Ford MA, Bonnie RJ (2017). Pain Management and the Opioid Epidemic: Balancing Societal and Individual Benefits and Risks of Prescription Opioid Use. doi: 10.17226/24781

Pillastrini P, Gardenghi I, Bonetti F, et al (2012). An updated overview of clinical guidelines for chronic low back pain management in primary care. *Joint Bone Spine. 79*(2):176–85. DOI: 10.1016/j.jbspin.2011.03.019

Pinto SM, Boghra SB, Macedo LG, et al (2021). Does motor control exercise restore normal morphology of lumbar multifidus muscle in people with low back pain?: A systematic review. *J Pain Res. 14*: 2543–2562. DOI: 10.2147/JPR.S314971

Poquet N, Lin CWC, Heymans MW, et al (2016). Back schools for acute and subacute non-specific low-back pain. Cochrane Database *Syst Rev. 4*(4):CD008325. DOI: 10.1002/14651858.CD008325.pub2

Qaseem A, Wilt TJ, McLean RM, et al (2017). Noninvasive treatments for acute, subacute, and chronic low back pain: a clinical

practice guideline from the American College of Physicians. *Ann Intern Med. 166*(7):514-530. DOI: 10.7326/M16-2367

Richmond H, Hall AM, Copsey B, et al (2015). The Effectiveness of Cognitive Behavioural Treatment for Non-Specific Low Back Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS One. 10*(8):e0134192

Rubinstein SM, Terwee CB, Assendelft WJ, et al (2012). Spinal manipulative therapy for acute low-back pain. Cochrane Database *Syst Rev. 2012*(9):CD008880. doi: 10.1002/14651858.CD008880.pub2

Rubinstein SM, Terwee CB, Assendelft WJ, et al (2013). Spinal manipulative therapy for acute low back pain: an update of the Cochrane review. *Spine. 38*: E158–E177. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31827dd89d

Searle A, Spink M, Ho A, Chuter V (2015). Exercise interventions for the treatment of chronic low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Rehabil. 29*(12):1155–67. DOI: 10.1177/0269215515570379.

Shaneyfelt TM, Mayo-Smith MF, Rothwangl J (1999). Are guidelines following guidelines? The methodological quality of clinical practice guidelines in the peer-reviewed medical literature. *JAMA. 281*(20):1900–5. DOI: 10.1001/jama.281.20.1900

Sharif S, Jazaib Ali MY, Kirazlı Y, Vlok I, Zygourakis C, Zileli M (2024). Acute back pain: The role of medication, physical medicine and rehabilitation: WFNS spine committee recommendations.World *Neurosurg X. 23*:100273, doi:10.1016/j.wnsx.2024.100273

Skivington K, Matthews L, Simpson SA, et al. A new framework for developing and evaluating complex interventions: update of Medical Research Council guidance (2021). *BMJ. 374*:n2061, doi:10.1136/bmj.n2061

Smith MS, Olivas J, Smith K (2019). Manipulative therapies: what works. *Am Fam Physician. 99*(4):248-252. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30763049/

Suman A, Schaafsma FG, Buchbinder R, van Tulder MW, Anema JR. Implementation of a Multidisciplinary Guideline for Low Back Pain: Process-Evaluation Among Health Care Professionals. J Occup Rehabil. 2017 Sep;27(3):422-433. doi: 10.1007/s10926-016-9673-y. PMID: 27699618; PMCID: PMC5591342.

Takasaki H, Miki T (2017). The impact of continuous use of lumbosacral orthoses on trunk motor performance: a systematic review with meta-analysis. *Spine J. Jun;17*(6):889-900

van der Gaag WH, Roelofs PDDM, Enthoven WTM, van Tulder MW, Koes BW. Non-steroidal anti-inflammatory drugs for acute low back pain. Cochrane Database of Systematic Reviews 2020, Issue 4. Art. No.: CD013581. DOI: 10.1002/14651858.CD013581.

Wang, X. Q., Wang, Y. L., Witchalls, J., Han, J., Zhang, Z. J., Page, P., et al (2024). Physical therapy for acute and sub-acute low back pain: A systematic review and expert consensus. *Clin. Rehabil. 38*(6):715-731. DOI: 10.1177/02692155241229398.

Wirth B, Schweinhardt P (2024). Personalized assessment and management of non-specific low back pain. *Eur J Pain. 28*(2):181-198. DOI: 10.1002/ejp.2190

Wong J, Côté P, Sutton D, et al (2017). Clinical practice guidelines for the noninvasive management of low back pain: a systematic review by the Ontario Protocol for Traffic Injury Management (OPTIMa) collaboration. *Eur J Pain. 21*(2):201–16. DOI: 10.1002/ejp.931

Wu A, March L, Zheng X, et al (1990). Global low back pain prevalence and years lived with disability from. to 2017: estimates

from the Global Burden of Disease Study 2017. *Ann Transl Med. 2020;8(*6):299. doi: 10.21037/atm.2020.02.175

Wu B, Yang L, Fu C, et al (2021). Efficacy and safety of acupuncture in treating acute low back pain: a systematic review and Bayesian network meta-analysis. *Ann Palliat Med. 10*(6):6156–6167. DOI: 10.21037/apm-21-551.

Xiang Y, He J-y, Tian H-h, Cao B-y, Li R (2020). Evidence of efficacy of acupuncture in the management of low back pain: a systematic review and meta-analysis of randomised placebo-or sham-controlled trials. *Acupunct Med. 38*(1):15-24. DOI: 10.1136/acupmed-2017-011445.

Yip YB, Tse SH (2004). The effectiveness of relaxation acupoint stimulation and acupressure with aromatic lavender essential oil for non-specific low back pain in Hong Kong: a randomised controlled trial. *Complement Ther Med. 12*(1):28-37. doi: 10.1016/j.ctim.2003.12.003

Zhou, T., Salman, D, McGregor, A.H (2024). Recent clinical practice guidelines for the management of low back pain: a global comparison. *BMC Musculoskeletal Disord. 25*(1):344. doi: 10.1186/s12891-024-07468-0

BÖLÜM 6

HALTERCİLERDE ÜRİNER İNKONTİNANS: FİZYOTERAPİ PERSPEKTİFİNDEN DEĞERLENDİRME VE YÖNETİM

NUR ALP[1]

Giriş

Kadınların Olimpik halter ve powerlifting gibi kuvvet sporlarına katılımı son yıllarda belirgin biçimde artmıştır (Alves et al., 2025; Huebner et al., 2022). Bu sporlar, sporcunun vücut ağırlığının birkaç katına ulaşan dış yüklerin maksimal ya da maksimale yakın şiddette kaldırılmasını gerektirir. Bu sırada uygulanan Valsalva manevrası ve kaldırış kemeri, gövde stabilitesini artırmak için karın içi basıncı yükseltir (Blazek et al., 2019).

Yüksek karın içi basınç, pelvik taban üzerinde aşağı yönlü bir yük oluşturur. Bu nedenle ağır kaldırma, pelvik taban disfonksiyonu için olası bir risk faktörü olarak tartışılmaktadır (Bø & Nygaard, 2020). Ancak egzersizin pelvik tabana etkisi tek yönlü değildir. Literatürde iki karşıt hipotez tartışılmaktadır: zorlu egzersiz

[1] Öğr. Gör. Dr, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Orcid: 0000-0002-6601-9164

pelvik tabanı aşırı yükleyerek zayıflatabilir ya da düzenli yüklenme bu kasları güçlendirebilir (Bø, 2004; Bø & Nygaard, 2020).

Kadın sporcularda Üİ geniş ölçüde çalışılmıştır; ancak araştırmaların çoğu jimnastik, trambolin ve koşu gibi yüksek etkili sporlara odaklanmıştır (Bø, 2004; Nygaard et al., 1994). Kuvvet sporlarına özgü veriler ise 2019 sonrasında birikmeye başlamıştır (Skaug et al., 2022; Wikander et al., 2019). Bu bölümün amacı, haltercilerde Üİ'ye ilişkin mevcut kanıtı fizyoterapi perspektifinden bütünleştirmek; fizyoterapistin değerlendirme, tedavi planlama ve antrenörle iş birliği süreçlerine yol gösterecek öneriler sunmaktır.

Bu bölüm, haltercilerde Üİ'yi fizyoterapistin bakış açısıyla ele almaktadır. Epidemiyoloji, biyomekanik mekanizmalar ve risk faktörleri, fizyoterapi değerlendirmesi ile tedavi planlamasına temel oluşturacak biçimde özetlenmiştir. Ardından öykü, anketler ve kaldırışa özgü fonksiyonel değerlendirme ile pelvik taban kas eğitimine (PTKE) dayalı, aşamalı bir fizyoterapi programı önerilmektedir. Mevcut kanıt büyük ölçüde kesitsel anket çalışmalarına dayanmaktadır. Halterci popülasyonunda randomize kontrollü çalışma bulunmamakta, Türkiye'de ise bu popülasyona özgü yayımlanmış bir çalışma yer almamaktadır.

Tanımlar ve terminoloji

Uluslararası Ürojinekoloji Derneği (IUGA) ve Uluslararası Kontinans Derneği (ICS) ortak raporu, Üİ'yi istemsiz idrar kaçırma yakınması olarak tanımlar (Haylen et al., 2010). Bu bölümde aynı rapordaki alt tipler kullanılmıştır:

- **Stres üriner inkontinans (SÜİ):** Efor, fiziksel zorlanma, hapşırma ya da öksürme sırasında istemsiz idrar kaçırma yakınması.

- **Urge (sıkışma tipi) üriner inkontinans (UÜİ):** Sıkışma hissiyle birlikte ya da hemen ardından gelen istemsiz idrar kaçırma.
- **Mikst üriner inkontinans (MÜİ):** Hem stres hem urge bileşeninin birlikte bulunması.

Spor literatüründe ayrıca **atletik inkontinans** kavramı kullanılır; bu, yalnızca egzersiz sırasında ortaya çıkan Üİ'yi ifade eder. Atletik inkontinans iki tipe ayrılmaktadır. Tip 1'de sporcu halter öncesinde kontinandır ve kaçak yalnızca egzersizde başlar; Tip 2'de ise sporcuda halter öncesinde de Üİ vardır ve egzersiz sırasında sürer (Wikander et al., 2022).

Olimpik halter ve powerlifting ayrımı

Bu bölümde "halterci" terimi iki farklı kuvvet sporunu kapsar. Literatür bu iki disiplini çoğunlukla birlikte incelediğinden, ayrım her başlıkta belirtilmiştir. İki disiplinin temel farkları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1 Olimpik halter ve powerlifting disiplinlerinin karşılaştırılması

Özellik	Olimpik halter	Powerlifting
Yarışma hareketleri	Koparma (snatch), silkme (clean & jerk)	Squat, bench press, deadlift
Yardımcı hareketler	Squat, çekişler (pulls)	Hareket varyasyonları
Hareketin karakteri	Hızlı, patlayıcı; yükü karşılama anında zemin teması	Yavaş, maksimal kuvvet; ayaklar zeminden ayrılmaz

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır.

Olimpik halterde yükü karşılama anındaki zemin teması, kuvvet sporları içinde ek bir darbe yükü oluşturabilir. Ancak mevcut veriler, halter hareketlerinin powerlifting hareketlerinden daha fazla kaçak tetiklediği hipotezini desteklememektedir (Wikander et al., 2022).

Epidemiyoloji

Kadın haltercilerde Üİ prevalansı, çalışmalar arasında %31,9 ile %67,3 arasında değişmektedir. Fark büyük ölçüde tanım, zaman penceresi ve örneklem seçiminden kaynaklanmaktadır (Alves et al., 2025; Heidorn & Pilsetniece, 2026). Tablo 2, halter ve powerlifting sporcularında yapılmış başlıca prevalans çalışmalarını özetlemektedir.

Tablo 2 Halter ve powerlifting sporcularında üriner inkontinans prevalansı (yayın yılına göre, en yeniden eskiye)

Çalışma	Örneklem	Disiplin	Ölçüm ve zaman penceresi	Üİ prevalansı
Heidorn & Pilsetniece, 2026	1.072 kadın; 57 ülke; sosyal medya ile erişim	Powerlifting	26 maddelik çevrimiçi anket; yaşam boyu	Powerlifting sırasında SÜİ %67,3; günlük yaşamda SÜİ %31,7
Lopes et al., 2026	84 Fransız kadın; 15–49 yaş	Olimpik halter	Yapılandırılmış anket + Urinary Symptom Profile	Antrenmanda kaçak %60,7
Mahoney et al., 2023	Kadın kuvvet sporcuları	Powerlifting, halter, strongman	Anket; çoğunlukla sosyal medya ile erişim	Antrenmanda SÜİ %59,1; günlük yaşamda %43,1
Huebner et al., 2022	824 master kadın; 29 ülke; 30–79 yaş	Olimpik halter	Incontinence Severity Index (ISI)	Orta/ağır Üİ %32
Skaug et al., 2022	180 kadın, 204 erkek; Norveç ulusal şampiyona sporcuları	Halter + powerlifting	ICIQ anketleri	Kadın: Üİ %50,0, SÜİ %41,7; erkek: Üİ %9,3
Wikander et al., 2022	191 yarışmacı kadın; uluslararası	Olimpik halter	ISI; son 3 ay	%31,9; atletik inkontinans %16,2

Çalışma	Örneklem	Disiplin	Ölçüm ve zaman penceresi	Üİ prevalansı
Wikander et al., 2021	480 yarışmacı kadın; 20–71 yaş	Powerlifting	ISI; son 3 ay	%43,9
Wikander et al., 2019	134 yarışmacı kadın; çoğunlukla Avustralya	Powerlifting	ISI; yaşam boyu ve güncel	Yaşam boyu ~%41; antrenman/yarışmada güncel ~%37; günlük yaşamda ~%11

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir (Heidorn & Pilsetniece, 2026; Huebner et al., 2022; Lopes et al., 2026; Mahoney et al., 2023; Skaug et al., 2022; Wikander et al., 2019, 2021, 2022).

Beş çalışmayı (n=1.809) içeren sistematik derlemede Üİ prevalansı powerlifting sporcularında %41,0–48,8, Olimpik haltercilerde %36,6–54,1 olarak bildirilmiştir (Alves et al., 2025). Bu aralıklar, farklı zaman pencerelerini (yaşam boyu ve son üç ay) bir araya getirdiği için dikkatle yorumlanmalıdır.

Prevalans tahminlerini etkileyen yöntemsel faktörler

- **Tanım ve eşik:** Bazı çalışmalar herhangi bir kaçağı (ISI > 0) Üİ sayarken, diğerleri yalnızca orta ve ağır Üİ'yi raporlamıştır (Huebner et al., 2022; Wikander et al., 2022).
- **Zaman penceresi:** Yaşam boyu prevalans, son üç ay prevalansından sistematik olarak yüksektir (Heidorn & Pilsetniece, 2026).
- **Örneklem seçimi:** Federasyonlar aracılığıyla ulaşılan örneklemler daha düşük, sosyal medya ile ulaşılanlar daha yüksek oranlar bildirmiştir. Konuyla ilgilenen ya da Üİ yaşayan sporcuların ankete katılma olasılığı daha yüksek olabilir (Heidorn & Pilsetniece, 2026).

- **Bağlam:** Kaçak, günlük yaşama göre antrenman ve yarışma sırasında belirgin biçimde daha sık bildirilmektedir (Wikander et al., 2019).

Genel popülasyonla karşılaştırıldığında, master kadın haltercilerde orta/ağır Üİ prevalansı ABD ulusal sağlık taraması (NHANES) verilerinden yüksek bulunmuştur (Huebner et al., 2022). Bununla birlikte Olimpik haltercilerdeki oranlar, diğer spor dallarında bildirilen geniş aralığın (%5,56–80) alt-orta kısmında yer almaktadır (Wikander et al., 2022).

Patofizyoloji ve biyomekanik

Haltercilerde Üİ'nin temel mekanizması, kaldırış sırasında yükselen karın içi basıncın pelvik taban ve üretral kapanma mekanizmasının kapasitesini aşmasıdır. Ancak kanıtlar, basıncın tek başına belirleyici olmadığını; yük, pozisyon ve pelvik taban koordinasyonunun da rol oynadığını göstermektedir.

Karın içi basınç, Valsalva manevrası ve kemer

Yüksek şiddetli direnç egzersizlerinde Valsalva manevrası, gövde sertliğini artırmak için karın içi ve göğüs içi basıncı yükseltir (Blazek et al., 2019). Kaldırış kemeri de aynı amaçla karın içi basıncı artırmak için kullanılır. Kemer kullanan powerlifting sporcularında squat sırasında SÜİ olasılığı 3,4 kat, deadlift sırasında 2,1 kat yüksek bulunmuştur (Heidorn & Pilsetniece, 2026). Buna karşın Fransız Olimpik haltercilerde kemer kullanımı ve kaldırış sırasındaki nefes fazı ile Üİ arasında ilişki saptanmamıştır (Lopes et al., 2026).

Hareket, pozisyon ve yük

Powerlifting sporcularında kaçağı en sık tetikleyen hareket deadlift, en az tetikleyen bench press'tir (Wikander et al., 2021). Olimpik haltercilerde ise squat, koparma ve silkmeden daha sık kaçağa yol açmaktadır (Wikander et al., 2022). Master haltercilerde

kaçak squat sırasında %26,3, silkmede %25,6, koparmada %4,6 ve çekişlerde %5,7 oranında bildirilmiştir (Huebner et al., 2022).

Karın içi basınç squat sırasında deadlift'e göre daha yüksektir; buna rağmen SÜİ deadlift'te daha sık görülmektedir. Bu bulgu, basınç dışındaki biyomekanik faktörlerin, özellikle pozisyonun, eşit ya da daha önemli olabileceğini düşündürmektedir (Heidorn & Pilsetniece, 2026). Nitekim sumo duruşla deadlift yapanlarda SÜİ olasılığı klasik duruşa göre 1,64 kat yüksektir (Heidorn & Pilsetniece, 2026).

Yük arttıkça kaçak olasılığı da artmaktadır: squat ve deadlift'te bir tekrar maksimumu (1TM) yükseldikçe SÜİ prevalansı yükselmektedir (Heidorn & Pilsetniece, 2026). Kaçak çoğunlukla çok ağır ya da maksimal yüklerde ortaya çıkmakta ve kaçağı tetikleyen yük, sporcu güçlendikçe yukarı kaymaktadır (Alves et al., 2025). Tekrar sayısı, yük, vücut pozisyonu ve zemin teması kaçak olasılığını artırabilir; ancak hangisinin daha belirleyici olduğu ayırt edilememektedir (Wikander et al., 2022).

Ağır kaldırmanın pelvik tabana akut etkisi

Kuvvet antrenmanlı, nullipar 46 kadında 1TM'nin %75–85'i ile yapılan squat ve deadlift seansı, istirahat koşuluna göre pelvik taban kas kuvveti, enduransı ve istirahat basıncında anlık bir değişiklik oluşturmamıştır (Skaug et al., 2024). Aynı çalışmada tüm vücut egzersizlerindeki kuvvet ile pelvik taban kas kuvveti arasında korelasyon bulunmamıştır (Skaug et al., 2024). Bu bulgular, genel kuvvetin pelvik taban kuvvetini yansıtmadığını ve ağır kaldırmanın kısa vadede sağlıklı genç kadınlarda iyi tolere edildiğini göstermektedir; uzun dönem etkileri ise bilinmemektedir.

Bireysel eşik hipotezi

Pelvik taban üzerinde zarar ya da yarar oluşturan karın içi basınç düzeyinin kişiden kişiye değişen bir eşiğe bağlı olabileceği

öne sürülmüştür (Bø & Nygaard, 2020). Bu hipotez, aynı antrenman yükünün bazı sporcularda kaçağa yol açarken bazılarında belirti oluşturmamasını açıklayabilir. Powerlifting'e başladıktan sonra günlük yaşamdaki belirtilerin bazı sporcularda kötüleşip (%20,3) bazılarında iyileşmesi (%23,3) de bu hipotezle uyumludur (Heidorn & Pilsetniece, 2026). Yazarlar iyileşmenin, kaldırış sırasında pelvik tabanı doğru aktive edebilen sporcularda ortaya çıkıyor olabileceğini öne sürmüştür; bu açıklama henüz test edilmemiştir (Heidorn & Pilsetniece, 2026).

Risk faktörleri

Haltercilerde en tutarlı risk faktörleri genel popülasyondakilerle aynıdır: yaş, parite ve vücut kütle indeksi (VKİ) (Alves et al., 2025). Spora özgü faktörlerin etkisi ise çalışmalar arasında tutarsızdır. Tablo 3, kesitsel çalışmalarda raporlanan ilişkileri özetlemektedir; bu ilişkiler nedensellik göstermez.

Tablo 3 Haltercilerde üriner inkontinansla ilişkili faktörler

Faktör	Bulgu	Kaynak
Yaş	Powerlifting ve halter örneklemlerinde Üİ şiddeti ya da prevalansı ile pozitif ilişkili. Master haltercilerde (30–79 yaş) ilişkisiz.	Wikander et al., 2019, 2022; Heidorn & Pilsetniece, 2026; Huebner et al., 2022
Parite, vajinal doğum	Parite ilişkili. Vajinal doğum öyküsü SÜİ olasılığını yaklaşık 2 kat artırıyor (%95 GA 1,28–3,38); sezaryen ilişkisiz.	Wikander et al., 2022; Huebner et al., 2022; Heidorn & Pilsetniece, 2026
VKİ	Yüksek VKİ ile SÜİ arasında ilişki (OR 1,09; %95 GA 1,01–1,17).	Skaug et al., 2022; Huebner et al., 2022
Menopoz	Master haltercilerde ilişkisiz.	Huebner et al., 2022
Depresif duygu durum	Orta/ağır Üİ olasılığını artırıyor; depresif duygu durumu olan nullipar kadınlarda olasılık yaklaşık 2 kat.	Huebner et al., 2022; Alves et al., 2025

Faktör	Bulgu	Kaynak
Spor deneyimi (yıl)	Daha uzun deneyim daha yüksek SÜİ olasılığıyla ilişkili (3–4 yıl deneyimde OR 2,37, <1 yıla göre).	Wikander et al., 2019; Heidorn & Pilsetniece, 2026
Yarışma düzeyi, sıklet	Wikander et al. pilot çalışmasında yaş ve deneyimle birlikte ISI varyansının %28'ini açıklıyor. Heidorn ve Pilsetniece'de sıklet ilişkisiz.	Wikander et al., 2019; Heidorn & Pilsetniece, 2026
Yük (1TM)	1TM arttıkça SÜİ prevalansı artıyor.	Heidorn & Pilsetniece, 2026
Kemer, deadlift duruşu	Kemer ve sumo duruş artmış SÜİ olasılığıyla ilişkili. Fransız haltercilerde kemerle ilişki yok.	Heidorn & Pilsetniece, 2026; Lopes et al., 2026
Önceki yüksek etkili spor	Halter öncesinde yüksek etkili spor yapmış olmak Üİ riskini artırıyor; önceki kuvvet sporu ilişkisiz.	Huebner et al., 2022
Pelvik taban değerlendirmesi ve öz-yeterlik	Pelvik taban muayenesi geçirmiş ya da PTK egzersizini doğru yapabildiğine güvenen sporcularda Üİ daha hafif.	Wikander et al., 2021

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir (Alves et al., 2025; Heidorn & Pilsetniece, 2026; Huebner et al., 2022; Lopes et al., 2026; Skaug et al., 2022; Wikander et al., 2019, 2021, 2022).

Risk faktörlerine ilişkin kanıt yorumlanırken iki sınırlılık göz önünde tutulmalıdır. Birincisi, Fransız Olimpik haltercilerde incelenen hiçbir sosyodemografik, obstetrik ya da antrenmana ilişkin değişken Üİ ile ilişkili bulunmamıştır (Lopes et al., 2026). İkincisi, vücut kütlesi yüksek sporcular genellikle daha ağır yük kaldırdığından, halterde performans karşılaştırması vücut kütlesine göre düzeltme gerektirmektedir (Huebner et al., 2022). Bu durum, VKİ ile kaldırılan yükün Üİ üzerindeki etkilerinin ayrı ayrı yorumlanmasını güçleştirmektedir.

Sportif performans ve psikososyal etkiler

Üİ, haltercilerde yalnızca bir sağlık sorunu değil, doğrudan bir performans sorunudur. Norveçli ulusal düzey kadın halterci ve powerlifting sporcularında SÜİ bildirenlerin %87,8'i bu durumun sportif performanslarını olumsuz etkilediğini belirtmiştir (Skaug et

al., 2022). Halka açık yarışmalarda kaçak yaşama korkusu, sporcunun efor şiddetini sınırlayabilmekte ve bazı sporcuların sporu bırakmasına yol açabilmektedir (Lopes et al., 2026).

Öz-bakım stratejileri

Üİ yaşayan halterciler kaçağı önlemek, azaltmak ya da gizlemek için çok sayıda strateji kullanmaktadır (Wikander et al., 2021, 2022):

- Kaldırıştan önce pelvik tabanı bilinçli olarak kasma ve antrenman dışında pelvik taban egzersizi yapma
- Kaldırış öncesi hazırlık, gövde sabitleme (bracing), teknik ve nefes stratejisini değiştirme
- Koyu renkli giysi ya da ped kullanma
- Antrenmandan önce sıvı alımını kısıtlama
- Halter dışında yoga ve pilates yapma

Bu stratejilerin bazıları performansa zarar verebilir; özellikle dehidrate antrenman, performansı düşürme potansiyeli taşımaktadır (Wikander et al., 2022). Üİ yaşayan Olimpik haltercilerin yalnızca %24,3'ü pelvik taban değerlendirmesinden geçmiş, %22,9'u ise pelvik taban egzersizini doğru yapabildiğinden emin değildir (Wikander et al., 2022).

Sessizlik ve normalleştirme

Sporcular ve antrenörler Üİ'yi ya da pelvik taban işlevini nadiren konuşmaktadır (Wikander et al., 2022). Kuvvet sporu topluluğunda antrenman sırasındaki kaçağın olağan kabul edilmesi, yani normalleştirilmesi, ayrı bir araştırma konusu olarak ele alınmıştır (Mahoney et al., 2023). Kaçağın olağan görülmesi, sporcunun değerlendirme ve tedavi arayışını geciktirebilir.

Psikolojik boyutta, depresif duygu durumu master kadın haltercilerde orta/ağır Üİ ile ilişkili bulunmuştur (Huebner et al., 2022). Bu ilişkinin yönü kesitsel tasarım nedeniyle belirlenememektedir: Üİ duygu durumunu etkileyebileceği gibi, depresif duygu durumu da belirtilerin algılanmasını ve raporlanmasını etkileyebilir.

Erkek halterciler

Erkek haltercilerde Üİ'yi inceleyen tek çalışmada, Norveçli 204 erkek halterci ve powerlifting sporcusunda Üİ prevalansı %9,3 bulunmuştur (Skaug et al., 2022). Aynı örneklemde anal inkontinans (Aİ) prevalansı %61,8 ile dikkat çekici derecede yüksektir (Skaug et al., 2022).

Erkeklerde Aİ, artan yaş (OR 1,03; %95 GA 1,00–1,07) ve işeme sırasında sık ıkınma (OR 4,84; %95 GA 1,02–22,94) ile ilişkili bulunmuştur (Skaug et al., 2022). Kadınlarda ise Aİ prevalansı %80,0 olup uluslararası düzeyde yarışma ile pozitif (OR 3,27), haftada dört gün ve üzeri antrenmanla negatif (OR 0,26) ilişki göstermiştir (Skaug et al., 2022).

Erkek sporcularda pelvik taban bilgi ve farkındalık düzeyi kadınlardan daha düşüktür (Üzelpasacı et al., 2023). Bu nedenle erkek haltercilerde pelvik taban belirtilerinin sorgulanması ihmal edilmemelidir; tek çalışmaya dayanan mevcut veri, bu alanda yeni araştırmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Fizyoterapi değerlendirmesi

Haltercide Üİ değerlendirmesi; ayrıntılı öykü, geçerliliği gösterilmiş anketler ve pelvik taban kas (PTK) fonksiyonunun ölçümünden oluşmalıdır. Genel vücut kuvveti PTK kuvvetini yansıtmadığından, güçlü bir sporcunun güçlü bir pelvik tabana sahip olduğu varsayılmamalıdır (Skaug et al., 2024).

Öykü

Öyküde şu sorular yanıtlanmalıdır:

1. Kaçak hangi harekette ortaya çıkıyor (squat, deadlift, koparma, silkme, çekiş, bench press)?
2. Kaçak hangi yükte ve kaçıncı tekrarda başlıyor; yüksek tekrarlı setlerde ya da yorgunlukta artıyor mu?
3. Kemer kullanımı, duruş (ör. sumo deadlift) ve nefes stratejisi kaçağı etkiliyor mu?
4. Kaçak halter öncesinde de var mıydı (atletik inkontinans Tip 1 / Tip 2)?
5. Günlük yaşamda stres ya da urge tipi kaçak var mı?
6. Obstetrik öykü: gebelik sayısı ve doğum şekli.
7. Sporcu hangi öz-bakım stratejilerini kullanıyor (sıvı kısıtlama, ped)?

Bu sorular, epidemiyolojik çalışmalarda kaçakla ilişkili bulunan faktörlere dayanmaktadır (Heidorn & Pilsetniece, 2026; Wikander et al., 2021, 2022).

Anketler

Tablo 4 Haltercilerde üriner inkontinans değerlendirmesinde kullanılan anketler

Ölçek	Ne ölçer	Haltercilerde kullanımı	Türkçe geçerlik-güvenirlik
Incontinence Severity Index (ISI)	Kaçak sıklığı × miktarı; Üİ şiddeti (Sandvik et al., 2000)	Wikander et al., 2019, 2021, 2022; Huebner et al., 2022	Bu bölüm kapsamında doğrulanamadı
International Consultation on Incontinence Questionnaire – Short Form (ICIQ-UI-SF)	Sıklık, miktar, yaşam kalitesine etki, kaçak durumu	Skaug et al., 2022; Bø et al., 2024	Çetinel et al., 2004

Ölçek	Ne ölçer	Haltercilerde kullanımı	Türkçe geçerlik-güvenirlik
Global Pelvik Taban Rahatsızlık Anketi (GPFBQ)	9 pelvik taban belirtisi ve rahatsızlık düzeyi	Türk sporcularda kullanılmış (Üzelpasacı et al., 2023)	Doğan et al., 2016
Urinary Symptom Profile (USP)	SÜİ, aşırı aktif mesane ve boşaltım alt skorları	Lopes et al., 2026	Bu bölüm kapsamında doğrulanamadı

Kaynak: Yazar tarafından derlenmiştir (Bø et al., 2024; Çetinel et al., 2004; Doğan et al., 2016; Huebner et al., 2022; Lopes et al., 2026; Sandvik et al., 2000; Skaug et al., 2022; Üzelpasacı et al., 2023; Wikander et al., 2019, 2021, 2022).

Haltercilerde kullanılan başlıca anketler Tablo 4'te özetlenmiştir. ISI ve ICIQ-UI-SF'nin her ikisi de prevalans çalışmalarında kullanılmıştır; ancak farklı eşikler uygulandığından çalışmalar arası karşılaştırma güçtür. Örneğin halterciler üzerine yapılan müdahale çalışmasında dahil etme için ICIQ-UI-SF toplam puanında ≥3 eşiği kullanılmıştır (Bø et al., 2024). Türkiye'de yürütülecek çalışmalarda Türkçe geçerliği gösterilmiş ICIQ-SF ve GPFBQ önceliklendirilebilir (Çetinel et al., 2004; Doğan et al., 2016).

Pelvik taban kas fonksiyonu

Halterciler üzerine yapılan deneysel çalışmalarda PTK kuvveti, enduransı ve istirahat basıncı vajinal manometri ile ölçülmüştür (Bø et al., 2024; Skaug et al., 2024). Transperineal ultrason ise ağır kaldıran kadınlarda levator hiatus boyutlarını ayakta değerlendirmek için kullanılmıştır. Vajinal doğum yapmış ve ağır yük kaldıran kadınların levator hiatus ortanca değerleri ağır kaldırmayan aktif kadınlardan farklı bulunmamış, ancak değerlerin dağılımı daha geniş olmuştur (Forner et al., 2021). Pelvik taban muayenesi geçirmiş sporcularda Üİ'nin daha hafif seyretmesi, değerlendirmenin kendisinin de klinik değer taşıyabileceğini düşündürmektedir (Wikander et al., 2021).

Kaldırışa özgü fonksiyonel değerlendirme

Haltercide kaçak çoğunlukla belirli bir hareket, yük ve pozisyonda ortaya çıktığından, fizyoterapi değerlendirmesi klinik ortamla sınırlı kalmamalı ve mümkünse antrenman ortamında kaldırış gözlemiyle tamamlanmalıdır. Bu amaçla geçerliği gösterilmiş standart bir test bataryası bulunmamaktadır; Tablo 5'teki bileşenler, epidemiyolojik bulgulara dayanan klinik önerilerdir.

Tablo 5 Haltercilerde kaldırışa özgü fonksiyonel değerlendirme bileşenleri

Bileşen	Fizyoterapistin gözlediği	Dayanak
Kaçak eşiği	Kaçağın başladığı yük (%1TM) ve tekrar sayısı; tedavide ilerleme ölçütü olarak kaydedilir	Kaçağı tetikleyen yük sporcu güçlendikçe yukarı kayar (Alves et al., 2025)
Tetikleyen hareket	Squat, deadlift, koparma, silkme, çekiş ve bench press ayrı ayrı sorgulanır	Hareketler arasında kaçak sıklığı belirgin farklıdır (Huebner et al., 2022; Wikander et al., 2021, 2022)
Nefes ve gövde sabitleme	Valsalva kullanımı, nefesin tutulduğu faz, kemer kullanımı	Valsalva ve kemer karın içi basıncı artırır (Blazek et al., 2019); kemer kullanımı SÜİ ile ilişkili (Heidorn & Pilsetniece, 2026)
Pozisyon	Deadlift duruşu (sumo veya klasik), squat derinliği ve duruş genişliği	Sumo duruş SÜİ olasılığını artırır (Heidorn & Pilsetniece, 2026)
Kaldırış sırasında PTK aktivasyonu	Sporcunun kaldırıştan önce ve kaldırış sırasında PTK'yi istemli olarak kasıp kasamadığı	PTK egzersizini doğru yapabildiğine güvenen sporcularda Üİ daha hafif (Wikander et al., 2021)
Yorgunluk	Yüksek tekrarlı setlerde ve seans sonunda kaçağın artıp artmadığı	Tekrar sayısı kaçak olasılığını artırabilir (Wikander et al., 2022)

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır (Alves et al., 2025; Blazek et al., 2019; Heidorn & Pilsetniece, 2026; Huebner et al., 2022; Wikander et al., 2021, 2022).

Bu değerlendirme, sporcu ve antrenörle birlikte yapıldığında hem tedavi hedeflerinin belirlenmesini hem de antrenman programına yapılacak uyarlamaların planlanmasını kolaylaştırır.

Fizyoterapi yönetimi ve önleme

Haltercide Üİ yönetiminin amacı, sporcuyu ağır kaldırmadan uzaklaştırmak değil, kaçağı azaltarak antrenman ve yarışmaya güvenle devam etmesini sağlamaktır. Kısa vadede ağır kaldırmanın pelvik taban kaslarınca iyi tolere edildiğine ilişkin bulgular, bu yaklaşımı desteklemektedir (Skaug et al., 2024).

Pelvik taban kas eğitimi (PTKE)

PTKE, genel kadın popülasyonunda SÜİ ve MÜİ için uluslararası uzlaşıyla birinci basamak tedavidir (Bø et al., 2024). Elit sporcular düzenli antrenmana alışkın ve motivasyonu yüksek bireyler olduğundan, mevcut kuvvet programlarına haftada 3–4 kez, 3 set ve 8–12 tekrarlı, maksimale yakın PTK kasılmaları eklemek uygulanabilir görünmektedir (Bø & Nygaard, 2020). Buna karşın günlük aktiviteler sırasında yalnızca PTK'yi kasmak, PTK fonksiyonunu iyileştirmek ve Üİ'yi önlemek için yeterli bulunmamıştır (Bø & Nygaard, 2020).

Halterci popülasyonunda PTKE kanıtı şu an tek bir vaka serisi ile sınırlıdır. Bir Olimpik halterci ve iki powerlifting sporcusunun (21–32 yaş, nullipar) katıldığı 12 haftalık, haftalık fizyoterapist takipli ev programında sporculardan biri ICIQ-UI-SF puanında iyileşme göstermiş, biri değişim bildirmemiş, biri ise kötüleşme bildirmiştir (Bø et al., 2024). Üç sporcunun tamamında PTK kuvveti ve enduransı artmış, programa uyum ise %40 ile %80 arasında değişmiştir (Bø et al., 2024). Yazarlar bu sonuçları gelecekteki bir randomize kontrollü çalışma için temel olarak sunmuştur.

Kadın sporcularda Üİ riski sedanter kadınlara göre yaklaşık üç kat yüksektir ve PTKE sporcularda da birinci basamak tedavi olarak önerilmektedir (Rodríguez-Longobardo et al., 2024). Kuvvet sporcuları ise kaldırış sırasında pelvik tabanı daha önce çalışılan

popülasyonlardan çok daha yüksek yüklere maruz bıraktıkları için ayrı bir grup olarak ele alınmalıdır (Bø et al., 2024).

Önerilen aşamalı fizyoterapi programı

Tablo 6'da sunulan program, genel popülasyondaki PTKE ilkeleri ile haltercilerde bildirilen bulguların sentezine dayanan bir öneridir. Haltercilerde bütün olarak etkinliği test edilmemiştir; her sporcu için değerlendirme bulgularına göre bireyselleştirilmelidir.

Tablo 6 Haltercilerde üriner inkontinans için önerilen aşamalı fizyoterapi programı

Aşama	Hedef	İçerik	Sonraki aşamaya geçiş ölçütü
1. Farkındalık ve doğru kasılma	PTK'yi izole ve doğru biçimde kasabilme	Anatomi ve işlev eğitimi; geri bildirimle doğru kasılmanın öğretilmesi; ıkınma hatasının düzeltilmesi	Ikınmadan, doğru yönde PTK kasılmasının gösterilmesi
2. Kuvvet ve endurans	PTK kuvvetini ve enduransını artırma	Haftada 3–4 gün, 3 set × 8–12 maksimale yakın kasılma; kuvvet programına eklenir	Ölçülen PTK kuvveti ve enduransında artış
3. Ön-kasılma ve koordinasyon	Karın içi basınç artmadan önce PTK'yi kasabilme (Knack manevrası)	Öksürük ve hafif yüklü egzersizlerde ön-kasılma; nefes ile PTK koordinasyonu	Hafif yüklerde kaçaksız ön-kasılma
4. Kaldırışa entegrasyon	Kaldırış sırasında PTK aktivasyonu ile nefes ve gövde sabitlemenin birlikte uygulanması	Kaçak eşiğinin altındaki yüklerle teknik çalışma; yükün kademeli artırılması; kaçağı tetikleyen hareket ve duruşun antrenörle birlikte gözden geçirilmesi	Kaçak eşiğinin yükselmesi; ICIQ-UI-SF ya da ISI puanında düşüş
5. Sürdürme	Kazanımların korunması	PTKE'nin ısınma ya da yardımcı egzersiz bölümüne kalıcı olarak	—

Aşama	Hedef	İçerik	Sonraki aşamaya geçiş ölçütü
		eklenmesi; dönemsel yeniden değerlendirme	

Kaynak: Yazar tarafından hazırlanmıştır (Bø et al., 2024; Bø & Nygaard, 2020; Heidorn & Pilsetniece, 2026; Yakıt Yeşilyurt et al., 2022).

Aşamaların dayanakları şunlardır:

- **Aşama 1:** PTK'yi kasma girişimlerinde sık yapılan hata, pelvik açıklıkları sıkıp tabanı öne ve yukarı kaldırmak yerine aşağı doğru ıkınmaktır (Bø et al., 2024). Bu nedenle doğru kasılma, kuvvet çalışmasından önce manometri ya da başka bir geri bildirim yöntemiyle doğrulanmalıdır.
- **Aşama 2:** Doz önerisi, elit sporcuların mevcut kuvvet programlarına eklenmesi uygulanabilir bulunan PTKE dozudur (Bø & Nygaard, 2020).
- **Aşama 3:** Knack manevrasının farklı öğretim yöntemleriyle PTK fonksiyonu ve üriner semptomlar üzerindeki etkisi Türkiye'de incelenmiştir (Yakıt Yeşilyurt et al., 2022). Diyafram egzersizleri ve inspiratuar kas eğitimi de SÜİ'li kadınlarda PTKE'ye ek olarak araştırılmıştır (Aktan et al., 2026; Yakıt Yeşilyurt et al., 2026). Bu çalışmalar sporcu olmayan kadınlarda yapılmıştır; haltercilere genellenmesi test edilmelidir.
- **Aşama 4:** Kadın powerlifting sporcularına squat ve deadlift sırasında pelvik tabanı aktive etmenin öğretilmesi önerilmektedir (Heidorn & Pilsetniece, 2026). Yalnızca günlük aktiviteler sırasında PTK'yi kasmak tek başına yeterli değildir (Bø & Nygaard, 2020); bu nedenle bu aşama, Aşama 2'deki kuvvet çalışmasının yerine değil, onunla birlikte uygulanmalıdır.

Uyum: Haltercilerde 12 haftalık PTKE programına uyum %40 ile %80 arasında değişmiştir (Bø et al., 2024). Egzersizlerin ayrı bir ev programı yerine sporcunun mevcut antrenman seansına yerleştirilmesi, uyumu artırmak için mantıklı bir stratejidir; ancak bu strateji henüz test edilmemiştir.

Kaldırış tekniği ve antrenman değişkenleri

Aşağıdaki uygulamalar epidemiyolojik bulgulara ve sporcuların bildirdiği stratejilere dayanmaktadır; etkinlikleri kontrollü çalışmalarla test edilmemiştir:

- **PTK aktivasyonunun öğretilmesi:** Kadın powerlifting sporcularına squat ve deadlift sırasında pelvik tabanı nasıl aktive edecekleri öğretilmelidir (Heidorn & Pilsetniece, 2026).
- **Yükün kademelendirilmesi:** Kaçağın ortaya çıktığı yük eşiği belirlenip bu eşiğin altında teknik ve PTK aktivasyonu çalışılabilir. Sporcu güçlendikçe kaçak eşiğinin yukarı kaydığı bildirilmiştir (Alves et al., 2025).
- **Değiştirilebilir faktörlerin gözden geçirilmesi:** Kemer kullanımı ve deadlift duruşu kaçakla ilişkili bulunduğundan, kaçak yaşayan sporcuda bu değişkenler bireysel olarak değerlendirilebilir (Heidorn & Pilsetniece, 2026).
- **Zararlı öz-bakım stratejilerinden kaçınma:** Kaçağı azaltmak için sıvı kısıtlama yerine sporcu değerlendirmeye yönlendirilmelidir (Wikander et al., 2022).

Eğitim ve multidisipliner yaklaşım

Kadın kuvvet sporcuları, Üİ'nin nedenleri, önlenmesi ve tedavisi konusunda antrenörlerden ya da sağlık profesyonellerinden

eğitim almalı; gerektiğinde yapılandırılmış PTKE uygulanmalıdır (Heidorn & Pilsetniece, 2026). Pelvik tabanın spor hekimliğinin ayrılmaz bir parçası olarak ele alınması önerilmektedir (Donnelly & Moore, 2023). Antrenör, spor hekimi ve pelvik sağlık alanında deneyimli fizyoterapistten oluşan bir ekip; tarama, değerlendirme, tedavi ve antrenman uyarlamasını birlikte yürütebilir.

Türkiye perspektifi

Türkiye'de halterci popülasyonunda Üİ'yi inceleyen yayımlanmış bir çalışma, bu bölüm hazırlanırken yapılan literatür taramasında bulunamamıştır. Bu durum, ülkedeki yüksek genel Üİ yükü düşünüldüğünde önemli bir boşluktur.

Türkiye'de 25–64 yaş kadınlardan oluşan ulusal temsili örneklemde ICIQ-SF'ye göre Üİ prevalansı %47,4 bulunmuştur (Ozcan et al., 2021). Aynı çalışmada üç ve üzeri vajinal doğum, ileri yaş ve düşük eğitim düzeyi Üİ ile ilişkili bulunmuştur (Ozcan et al., 2021). Düzenli ve yapılandırılmış egzersiz (çoğunlukla pilates) yapan kadınlarda SÜİ prevalansı, egzersiz yapmayanlara göre daha düşük bulunmuştur (Yakıt Yeşilyurt et al., 2025).

Türk sporcularda pelvik taban bilgi, farkındalık ve belirtilerini inceleyen bir çalışmada, kadın sporcuların bilgi düzeyi ve pelvik taban rahatsızlık puanı erkeklerden yüksek bulunmuştur (Üzelpasacı et al., 2023). Kadın sporcuların %63,8'i daha önce pelvik taban egzersizi yaptığını bildirirken bu oran erkeklerde %24,2'dir (Üzelpasacı et al., 2023). Ancak bu çalışmanın 19 branştan oluşan örnekleminde halter ve powerlifting sporcusu yer almamaktadır (Üzelpasacı et al., 2023).

Türkiye'de yürütülecek çalışmalar için Türkçe geçerliği gösterilmiş ICIQ-SF ve Global Pelvik Taban Rahatsızlık Anketi kullanılabilir (Çetinel et al., 2004; Doğan et al., 2016). Türkiye Halter Federasyonu sporcularında prevalans, risk faktörleri ve PTK

fonksiyonunu birlikte inceleyen bir kesitsel çalışma, uluslararası literatüre de özgün katkı sağlayacaktır.

Araştırma boşlukları ve sonuç

Haltercilerde Üİ literatürü 2019'dan bu yana hızla büyümüş, ancak kanıt düzeyi düşük kalmıştır. Mevcut çalışmaların neredeyse tamamı öz bildirime dayalı kesitsel anketlerdir ve sistematik derlemede çalışmaların ikisinde ciddi, üçünde orta düzeyde yanlılık riski saptanmıştır (Alves et al., 2025).

Öncelikli araştırma soruları

1. **Nedensellik:** Ağır kaldırma Üİ'ye mi yol açıyor, yoksa yatkın kadınlarda mevcut Üİ'yi mi ortaya çıkarıyor? Bu soru ancak prospektif kohort çalışmalarıyla yanıtlanabilir (Heidorn & Pilsetniece, 2026).
2. **Müdahale etkinliği:** Halterci popülasyonunda PTKE'nin etkinliğini test eden yeterli güçte randomize kontrollü çalışma bulunmamaktadır (Bø et al., 2024).
3. **Objektif ölçüm:** Ped testi gibi objektif ölçümler ve kaldırış sırasında ambulatuvar ürodinami ile PTK elektromiyografisi, mekanizmayı aydınlatabilir (Heidorn & Pilsetniece, 2026).
4. **Uzun dönem etkiler:** 1TM'nin %80'i ve üzerindeki yüklerin pelvik tabana uzun dönem etkileri bilinmemektedir (Skaug et al., 2024).
5. **Değiştirilebilir faktörler:** Duruş, kemer ve kaldırış pozisyonunun kaçak üzerindeki etkisi kontrollü koşullarda incelenmelidir (Heidorn & Pilsetniece, 2026).

6. **Erkek ve genç sporcular:** Erkek haltercilerde tek çalışma vardır (Skaug et al., 2022); 18 yaş altı halterciler için veri bulunmamaktadır.
7. **Ulusal veriler:** Türkiye'de halterci popülasyonuna ait veri bulunmamaktadır.

Sonuç

Üİ, kadın haltercilerin yaklaşık üçte biri ile üçte ikisini etkileyen, sportif performansı ve spora katılımı tehdit eden yaygın bir sorundur. Kaçak en çok squat ve deadlift gibi ağır yük altındaki hareketlerde ve maksimal yüklerde ortaya çıkmaktadır. Yaş, parite ve VKİ en tutarlı risk faktörleridir. Ağır kaldırmanın kısa vadede pelvik tabana zarar verdiğine dair kanıt bulunmamakla birlikte, uzun dönem etkileri bilinmemektedir. Sporcuyu kaldırmaktan uzaklaştırmak yerine; tarama, bireysel değerlendirme, PTKE ve antrenman uyarlamasını birleştiren bir yaklaşım önerilmektedir.

Klinisyen ve antrenörler için temel öneriler

- Kadın haltercilerde, şikâyet beklemeden, antrenman ve yarışma sırasındaki kaçağı rutin olarak sorgulayın.
- Kaçağın hangi hareket, yük ve tekrarda ortaya çıktığını kaydedin; kaçak eşiğini tedavide ilerleme ölçütü olarak izleyin.
- Geçerli bir anket kullanın; Türkiye'de ICIQ-SF ya da Global Pelvik Taban Rahatsızlık Anketi.
- Genel kuvvete bakarak PTK kuvvetini varsaymayın; PTK fonksiyonunu ayrıca değerlendirin.
- Doğru PTK kasılmasını geri bildirimle doğrulayın; ardından kaldırış sırasında PTK aktivasyonunu öğretin ve aşamalı PTKE programı uygulayın.

- Sıvı kısıtlama gibi performansı bozan öz-bakım stratejilerini sorgulayın ve sporcuyu değerlendirmeye yönlendirin.
- Erkek haltercilerde de pelvik taban belirtilerini, özellikle anal inkontinansı sorgulayın.

Kaynakça

Aktan, R., Yakıt Yeşilyurt, S., Özalevli, S., & Sonbahar, A. E. (2026). Effects of home-based, telerehabilitation-assisted high-intensity inspiratory muscle training on pelvic floor muscle function and urinary symptoms in women with stress urinary incontinence: A pilot randomized controlled trial. *International Urogynecology Journal, 37*(6), 1679–1688. https://doi.org/10.1007/s00192-026-06517-7

Alves, A. S. C., de Araújo, M. P., Pereira, G. M. V., Brito, L. G. O., & Juliato, C. R. T. (2025). Influence of powerlifting and weightlifting on female pelvic floor dysfunction: Systematic literature review. *International Urogynecology Journal, 36*(5), 955–964. https://doi.org/10.1007/s00192-025-06059-4

Blazek, D., Stastny, P., Maszczyk, A., Krawczyk, M., Matykiewicz, P., & Petr, M. (2019). Systematic review of intra-abdominal and intrathoracic pressures initiated by the Valsalva manoeuvre during high-intensity resistance exercises. *Biology of Sport, 36*(4), 373–386. https://doi.org/10.5114/biolsport.2019.88759

Bø, K. (2004). Urinary incontinence, pelvic floor dysfunction, exercise and sport. *Sports Medicine, 34*(7), 451–464.

Bø, K., Lillegård, R. H., & Skaug, K. L. (2024). Pelvic floor muscle training on stress urinary incontinence in power- and weightlifters: A pilot study. *International Urogynecology Journal, 35*(6), 1291–1298. https://doi.org/10.1007/s00192-024-05801-8

Bø, K., & Nygaard, I. E. (2020). Is physical activity good or bad for the female pelvic floor? A narrative review. *Sports*

Medicine, 50(3), 471–484. https://doi.org/10.1007/s40279-019-01243-1

Çetinel, B., Özkan, B., & Can, G. (2004). ICIQ-SF Türkçe versiyonu validasyon (geçerlilik) çalışması. *Türk Üroloji Dergisi, 30*(3), 332–338.

Doğan, H., Özengin, N., Bakar, Y., & Duran, B. (2016). Reliability and validity of a Turkish version of the Global Pelvic Floor Bother Questionnaire. *International Urogynecology Journal, 27*(10), 1577–1581. https://doi.org/10.1007/s00192-016-3014-8

Donnelly, G. M., & Moore, I. S. (2023). Sports medicine and the pelvic floor. *Current Sports Medicine Reports, 22*(3), 82–90. https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000001045

Forner, L., Beckman, E., Hodges, P., & Smith, M. (2021). *Assessment in standing of the levator hiatus with transperineal ultrasound in vaginally parous females who lift heavy weight: A preliminary analysis* [Bildiri özeti No. 99]. International Continence Society 2021 Annual Meeting. https://www.ics.org/2021/abstract/99

Haylen, B. T., de Ridder, D., Freeman, R. M., Swift, S. E., Berghmans, B., Lee, J., Monga, A., Petri, E., Rizk, D. E., Sand, P. K., & Schaer, G. N. (2010). An International Urogynecological Association (IUGA)/International Continence Society (ICS) joint report on the terminology for female pelvic floor dysfunction. *International Urogynecology Journal, 21*(1), 5–26. https://doi.org/10.1007/s00192-009-0976-9

Heidorn, T. M., & Pilsetniece, Z. (2026). The effect of powerlifting on urinary incontinence in women. *Central European*

Journal of Urology, 79(1), 15–22. https://doi.org/10.5173/ceju.2025.0184

Huebner, M., Ma, W., & Harding, S. (2022). Sport-related risk factors for moderate or severe urinary incontinence in master female weightlifters: A cross-sectional study. *PLOS ONE, 17*(11), Article e0278376. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0278376

Lopes, S., Becam, M., Pierrot, C., Réard, J., Carvalhais, A., Vieira, Á., & Brochado, G. (2026). Factors associated with urinary incontinence in female weightlifters. *Healthcare, 14*(3), Article 381. https://doi.org/10.3390/healthcare14030381

Mahoney, K., Heidel, R. E., & Olewinski, L. (2023). Prevalence and normalization of stress urinary incontinence in female strength athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research, 37*(9), 1877–1881. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004461

Nygaard, I. E., Thompson, F. L., Svengalis, S. L., & Albright, J. P. (1994). Urinary incontinence in elite nulliparous athletes. *Obstetrics & Gynecology, 84*(2), 183–187.

Ozcan, F., Özkürkçügil, C., & Etiler, N. (2021). Urinary incontinence in women aged 25-64 in Turkey: A cross-sectional research. *Turkish Journal of Family Medicine and Primary Care, 15*(4), 853–861. https://doi.org/10.21763/tjfmpc.956210

Rodríguez-Longobardo, C., López-Torres, O., Guadalupe-Grau, A., & Gómez-Ruano, M. Á. (2024). Pelvic floor muscle training interventions in female athletes: A systematic review and meta-analysis. *Sports Health, 16*(5), 766–775. https://doi.org/10.1177/19417381231195305

Sandvik, H., Seim, A., Vanvik, A., & Hunskaar, S. (2000). A severity index for epidemiological surveys of female urinary incontinence: Comparison with 48-hour pad-weighing tests. *Neurourology and Urodynamics, 19*(2), 137–145. https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6777(2000)19:2<137::AID-NAU4>3.0.CO;2-G

Skaug, K. L., Engh, M. E., & Bø, K. (2024). Acute effect of heavy weightlifting on the pelvic floor muscles in strength-trained women: An experimental crossover study. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 56*(1), 37–43. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000003275

Skaug, K. L., Engh, M. E., Frawley, H., & Bø, K. (2022). Prevalence of pelvic floor dysfunction, bother, and risk factors and knowledge of the pelvic floor muscles in Norwegian male and female powerlifters and Olympic weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research, 36*(10), 2800–2807. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003919

Üzelpasacı, E., Tayfur, A., & Tayfur, B. (2023). Kadın ve erkek sporcularda pelvik taban bilgisi, farkındalığı ve semptomlarının karşılaştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi, 10*(3), 547–562. https://doi.org/10.21020/husbfd.1257701

Wikander, L., Cross, D., & Gahreman, D. E. (2019). Prevalence of urinary incontinence in women powerlifters: A pilot study. *International Urogynecology Journal, 30*(12), 2031–2039. https://doi.org/10.1007/s00192-019-03870-8

Wikander, L., Kirshbaum, M. N., Waheed, N., & Gahreman, D. E. (2021). Urinary incontinence in competitive women powerlifters: A cross-sectional survey. *Sports Medicine –*

Open, 7, Article 89. https://doi.org/10.1186/s40798-021-00387-7

Wikander, L., Kirshbaum, M. N., Waheed, N., & Gahreman, D. E. (2022). Urinary incontinence in competitive women weightlifters. *Journal of Strength and Conditioning Research, 36*(11), 3130–3135. https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000004052

Yakıt Yeşilyurt, S., Başol Göksülük, M., Olgun, B., Civelek, B., Erak, İ., & Gürbüzer, E. (2025). Self-reported urinary incontinence prevalence in women with versus without regular structured exercise: A cross-sectional study. *Journal of Basic and Clinical Health Sciences, 9*(3), 528–536. https://doi.org/10.30621/jbachs.1675832

Yakıt Yeşilyurt, S., Özengin, N., & Topçuoğlu, M. A. (2022). Comparing the efficacy of the Knack maneuver on pelvic floor muscle function and urinary symptoms using different teaching methods: A prospective, nonrandomized study. *International Urogynecology Journal, 33*(10), 2895–2903.

Yakıt Yeşilyurt, S., Şahiner Pıçak, G., Başol Göksülük, M., Balıkoğlu, M., & Özengin, N. (2026). Investigating the effectiveness of pelvic floor muscle training, including sensor-based diaphragm exercises in women with stress urinary incontinence: A randomized controlled study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 107*(3), 373–382. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2025.06.019

BÖLÜM 7

PEDİATRİK NÖROMUSKÜLER HASTALIKLARDA KARDİYOPULMONER REHABİLİTASYON

BETÜL YOLERİ[1]

Giriş

Pediatrik nöromusküler hastalıklar; ön boynuz motor nöronu, periferik sinir, nöromusküler kavşak ya da kasın kendisini etkileyen, büyük bölümü kalıtsal olan heterojen bir hastalık grubudur. Duchenne musküler distrofi (DMD), spinal musküler atrofi (SMA), konjenital miyopatiler, konjenital musküler distrofiler, konjenital miyotonik distrofi, Pompe hastalığı ve konjenital miyastenik sendromlar bu grubun çocukluk çağında en sık karşılaşılan örnekleridir. Hastalıkların klinik seyri farklı olsa da ortak paydaları solunum kaslarının tutulmasıdır; solunum yetmezliği ve solunum yolu enfeksiyonları bu çocuklarda hastaneye yatışın ve ölümün başlıca nedenidir (Hull et al., 2012; Panitch, 2017).

Son yirmi yılda kortikosteroid kullanımı, noninvaziv ventilasyon (NIV) ve öksürük destek tekniklerinin yaygınlaşması DMD'de yaşam süresini belirgin biçimde uzatmıştır (Birnkrant,

[1] Uzm. Fzt, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Orcid: 0000-0002-0649-7252

Bushby, Bann, Alman, et al., 2018). SMA'da ise nusinersen ve gen tedavisi gibi hastalık seyrini değiştiren tedaviler, daha önce erken bebeklik döneminde kaybedilen çocukların oturma ve hatta yürüme becerisi kazanabildiği yeni fenotiplerin ortaya çıkmasını sağlamıştır (Finkel et al., 2017; Mendell et al., 2017). Bu gelişmeler, kardiyopulmoner rehabilitasyonun amacını da genişletmiştir: Artık hedef yalnızca solunum komplikasyonlarını önlemek değil, uzayan yaşam süresi boyunca fiziksel kapasiteyi, katılımı ve yaşam kalitesini korumaktır. Bu bölümde pediatrik nöromusküler hastalıklarda kardiyopulmoner tutulumun fizyopatolojisi, değerlendirme ilkeleri, öksürük fasilitasyonu ve hava yolu temizleme teknikleri, solunum kas eğitimi ile aerobik ve dirençli egzersize ilişkin güncel kanıtlar ve hastalığa özgü dikkat edilmesi gereken noktalar ele alınmaktadır.

Kardiyopulmoner Tutulumun Fizyopatolojisi

Nöromusküler hastalıklarda solunum sistemi tutulumu üç kas grubunun güçsüzlüğüyle açıklanır. İnspiratuvar kas güçsüzlüğü, özellikle diyafram tutulduğunda, akciğer hacimlerinde azalma, mikroatelektaziler ve alveoler hipoventilasyona yol açar. Ekspiratuvar kas güçsüzlüğü etkili öksürüğü engeller. Bulber kas güçsüzlüğü ise yutma bozukluğu, aspirasyon ve üst hava yolu obstrüksiyonu riskini artırır (Hull et al., 2012; Panitch, 2017). Çocuklarda göğüs duvarının daha kompliyan olması, interkostal kas güçsüzlüğü ile birleştiğinde paradoksal solunum ve göğüs kafesi deformitelerine neden olabilir. SMA'da interkostal kasların diyaframa göre daha fazla tutulması, karakteristik çan şeklinde göğüs kafesi ve paradoksal solunum paterni ile sonuçlanır (Finkel et al., 2018).

Hastalık ilerledikçe zorlu vital kapasite (FVC) azalır ve restriktif solunum bozukluğu gelişir. DMD'de FVC çocukluk boyunca artarak genellikle 10–12 yaş civarında en yüksek değerine

ulaşır, ardından giderek azalır. Kortikosteroid tedavisi bu düşüşü yavaşlatır; FVC'nin 1 litrenin altına düşmesi ise mortalite riskinde belirgin artışla ilişkilidir (McDonald et al., 2018). Skolyoz, göğüs duvarı kompliyansını daha da azaltarak restriktif tabloyu ağırlaştırır. Solunum yetmezliği tipik olarak sinsi başlar: İlk bulgu, uyku sırasında özellikle REM döneminde ortaya çıkan hipoventilasyondur. Gece hiperkapnisi zamanla gündüz hiperkapnisine ilerler; sabah baş ağrısı, gündüz uykululuk, dikkat sorunları, iştahsızlık ve sık enfeksiyonlar bu sürecin klinik ipuçlarıdır (Fauroux & Khirani, 2014; Hull et al., 2012).

Kardiyak tutulum, özellikle distrofinopatiler, miyotonik distrofi ve Pompe hastalığında, kardiyopulmoner rehabilitasyonu doğrudan etkileyen önemli bir sorundur. DMD ve Becker musküler distrofide (BMD) dilate kardiyomiyopati, miyotonik distrofide ileti bozuklukları ve aritmiler, infantil başlangıçlı Pompe hastalığında ise hipertrofik kardiyomiyopati görülür (Feingold et al., 2017). Kardiyomiyopati çoğu zaman fiziksel aktivitenin azalması nedeniyle uzun süre semptomsuz kalabilir. Buna ek olarak kas güçsüzlüğü, hareketsizlik ve dekondisyon birbirini besleyen bir kısır döngü oluşturur: Fiziksel aktivitenin azalması aerobik kapasiteyi düşürür, kas atrofisini artırır ve günlük aktivitelerin daha fazla enerji gerektirmesine neden olur (Markert et al., 2011).

Öksürük Mekanizması ve Etkisiz Öksürük

Etkili bir öksürük üç evreden oluşur: Derin bir inspirasyon (inspiratuvar evre), glottisin kapanması ve ekspiratuvar kasların kasılmasıyla intratorasik basıncın artması (kompresyon evresi) ve glottisin ani açılmasıyla yüksek hızda hava akımının oluşması (ekspulsif evre). Etkili öksürük için erişkinlerde vital kapasitenin yaklaşık 1,5 litrenin üzerinde olması ve yeterli ekspiratuvar kas gücü gereklidir. Nöromusküler hastalıklarda inspiratuvar kas güçsüzlüğü öksürük öncesi inspirasyon hacmini, ekspiratuvar kas güçsüzlüğü

kompresyon ve ekspulsif evreleri, bulber güçsüzlük ise glottis kapanmasını bozar (Chatwin et al., 2018; Panitch, 2017). Böylece öksürüğün her üç evresi de etkilenebilir.

Öksürük etkinliği klinikte en sık öksürük tepe akımı (peak cough flow, PCF) ile değerlendirilir. Erişkin ve büyük adolesanlarda PCF'nin 160 L/dk'nın altında olması etkisiz öksürüğü, 270 L/dk'nın altında olması ise solunum yolu enfeksiyonu sırasında öksürüğün yetersiz kalabileceğini gösterir (Birnkrant, Bushby, Bann, Alman, et al., 2018; Hull et al., 2012). Ancak PCF yaş ve boyla birlikte arttığından bu eşik değerler küçük çocuklara doğrudan uygulanamaz; çocuklarda PCF, yaşa ve cinsiyete göre belirlenmiş referans değerlerle birlikte yorumlanmalıdır (Bianchi & Baiardi, 2008). Etkisiz öksürük sekresyon birikimine, atelektaziye, pnömoniye ve özellikle üst solunum yolu enfeksiyonları sırasında akut solunum yetmezliğine yol açar. Bu nedenle öksürük fasilitasyonu, pediatrik nöromusküler hastalıklarda kardiyopulmoner rehabilitasyonun temel taşıdır.

Değerlendirme ve İzlem

Solunum fonksiyonlarının düzenli izlenmesi, komplikasyonlar gelişmeden müdahale edilebilmesi için zorunludur. Spirometri genellikle 5–6 yaştan itibaren güvenilir biçimde yapılabilir. FVC'nin oturur ve sırtüstü pozisyonda ölçülmesi diyafram güçsüzlüğünün saptanmasında yararlıdır; sırtüstü pozisyonda FVC'de %20–25'ten fazla düşüş diyafram tutulumunu düşündürür (Fauroux & Khirani, 2014; Hull et al., 2012). Solunum kas kuvveti maksimal inspiratuvar ve ekspiratuvar basınçlar (MIP, MEP) ile, burun sniff basıncı (SNIP) ile değerlendirilebilir; SNIP küçük çocuklarda daha kolay uygulanabilmesi nedeniyle avantajlıdır. PCF ölçümü öksürük etkinliğinin, nabız oksimetrisi ve kapnografi ya da polisomnografi ise uykuda solunum bozukluğunun değerlendirilmesinde kullanılır (Hull et al., 2012). Spirometri

yapamayan bebek ve küçük çocuklarda solunum paterni, beslenme güçlüğü, kilo alımı, enfeksiyon sıklığı ve uyku kalitesi gibi klinik bulgular ön plandadır (Finkel et al., 2018).

İzlem sıklığı hastalığın evresine göre belirlenir. DMD bakım rehberleri, yürüyebilen çocuklarda en az yılda bir kez FVC ölçümünü; yürüme becerisini kaybetmiş çocuklarda ise FVC, PCF, MIP, MEP ve oksijen satürasyonunun en az altı ayda bir değerlendirilmesini önermektedir (Birnkrant, Bushby, Bann, Alman, et al., 2018). Kardiyak değerlendirme için tanı anından itibaren düzenli aralıklarla elektrokardiyografi ve ekokardiyografi ya da kardiyak manyetik rezonans görüntüleme yapılmalıdır (Birnkrant, Bushby, Bann, Alman, et al., 2018; Feingold et al., 2017). Egzersiz kapasitesinin değerlendirilmesinde yürüyebilen çocuklarda altı dakika yürüme testi, yürüyemeyen çocuklarda ise üst ekstremite fonksiyon testleri kullanılabilir (Birnkrant, Bushby, Bann, Apkon, et al., 2018). Yaşa ve hastalık evresine göre önerilen izlem ve müdahale yaklaşımları Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Pediatrik Nöromusküler Hastalıklarda Yaşa ve Evreye Göre Kardiyopulmoner İzlem ve Rehabilitasyon Önerileri

Dönem	İzlem	Rehabilitasyon yaklaşımı
Bebeklik ve oturamayan çocuk (0–2 yaş; ör. SMA tip 1)	Solunum paterni, öksürük ve yutma, beslenme ve kilo alımı, gece oksijen satürasyonu; semptom varlığında uyku çalışması	Pozisyonlama, günlük hava yolu temizliği, gerektiğinde bebeklerde de MI-E, NIV; oyun temelli hareket; aileye hava yolu temizleme eğitimi
Okul öncesi dönem (2–5 yaş)	Klinik bulgular, SpO2, enfeksiyon sıklığı; spirometri genellikle yapılamaz, PCF ve SNIP denenebilir	Oyun temelli aerobik aktiviteler, yüzme ve hidroterapi; nefes oyunları; enfeksiyon dönemleri için yazılı eylem planı

Dönem	İzlem	Rehabilitasyon yaklaşımı
Okul çağı ve yürüyebilen çocuk (6–12 yaş)	En az yılda bir oturur ve sırtüstü spirometri, MIP/MEP, PCF; kardiyak değerlendirme	Submaksimal aerobik egzersiz (bisiklet, yüzme), aktif oyun; eksantrik ve yüksek dirençli egzersizden kaçınma; FVC ve PCF azaldıkça akciğer hacmi artırma
Adolesan ve yürüme becerisini kaybetmiş çocuk	En az altı ayda bir FVC, PCF, MIP/MEP, SpO2 ve CO2; yıllık uyku çalışması; kardiyak izlem	FVC <%60'ta akciğer hacmi artırma; FVC <%50, PCF <270 L/dk ya da MEP <60 cmH2O'da manuel ve mekanik öksürük desteği; destekli bisiklet, kol ergometresi; gövde ve üst ekstremite egzersizleri; NIV

Kaynak: Hull et al. (2012), Birnkrant, Bushby, Bann, Alman, et al. (2018) ve Finkel et al. (2018) temel alınarak yazar tarafından düzenlenmiştir.

Hava Yolu Temizleme ve Öksürük Fasilitasyonu

Hava yolu temizleme teknikleri, nöromusküler hastalıklarda öksürüğün bozulan evrelerinin desteklenmesine dayanır. İnspiratuvar evreyi destekleyen akciğer hacmi artırma (lung volume recruitment, LVR) teknikleri; kompresyon ve ekspulsif evreleri destekleyen manuel destekli öksürük ve her iki evreyi birlikte destekleyen mekanik insuflasyon-eksuflasyon (MI-E), bu yaklaşımın temel bileşenleridir (Chatwin et al., 2018). Teknik seçimi; hastanın yaşı, işbirliği, bulber fonksiyonu, PCF değeri ve enfeksiyon durumu dikkate alınarak bireysel olarak yapılmalıdır.

Akciğer Hacmi Artırma Teknikleri

Akciğer hacmi artırma, glottis kapalı tutularak ardışık inspirasyonların akciğerde biriktirilmesi esasına dayanır. Tek yönlü valfli bir ambu ile yapılan nefes yığma (air stacking), hastanın glottisini kapatarak tutabildiği en yüksek akciğer hacmine, yani maksimal insuflasyon kapasitesine ulaşılmasını sağlar. Maksimal insuflasyon kapasitesinin vital kapasiteden belirgin biçimde yüksek

olduğu ve bu yolla elde edilen hacmin manuel destekle birleştirildiğinde öksürük tepe akımını artırdığı gösterilmiştir (Kang & Bach, 2000). Glossofaringeal solunum, dil ve farinks kaslarıyla küçük hava yudumlarının akciğere pompalanmasıdır ve yardımcı bir yöntem olarak öğretilebilir (Chatwin et al., 2018). DMD rehberleri FVC'nin beklenen değerin %60'ının altına düştüğü dönemde akciğer hacmi artırmaya başlanmasını önermektedir (Birnkrant, Bushby, Bann, Alman, et al., 2018).

Akciğer hacmi artırmanın uzun dönem etkileri konusunda ise kanıtlar sınırlıdır. DMD'li erkek çocuklarda yapılan randomize kontrollü bir çalışmada, rutin olarak günde iki kez uygulanan akciğer hacmi artırmanın iki yıllık izlemde FVC'deki düşüşü yavaşlatmadığı bildirilmiştir (Katz et al., 2022). Bu bulgu, akciğer hacmi artırmanın daha çok öksürük etkinliğini artırmaya yönelik bir araç olarak değerlendirilmesi ve özellikle öksürüğü zayıflamış çocuklarda kullanılması gerektiğini düşündürmektedir.

Manuel Destekli Öksürük

Manuel destekli öksürük, öksürüğün ekspulsif evresi sırasında terapistin ya da bakım verenin ellerini epigastrik bölgeye (abdominal itme) ya da alt göğüs kafesine (kostofrenik bölgeye) yerleştirerek ekspirasyonla eş zamanlı kuvvet uygulamasıdır. Tek başına uygulandığında da PCF'yi artırabilir; ancak en etkili sonuç, akciğer hacmi artırma ile birleştirildiğinde elde edilir (Chatwin et al., 2018; Kang & Bach, 2000). Skolyoz, abdominal cerrahi, gastrostomi ve beslenme sonrası dönem uygulamayı sınırlayabilir; osteoporoz riski taşıyan çocuklarda göğüs kafesine uygulanan basınç dikkatle ayarlanmalıdır (Hull et al., 2012).

Mekanik İnsuflasyon-Eksuflasyon

Mekanik insuflasyon-eksuflasyon cihazı, pozitif basınçla akciğerleri şişirdikten sonra hızla negatif basınca geçerek öksürüğü taklit eder. Nöromusküler güçsüzlüğü olan hastalarda MI-E'nin

diğer öksürük destek tekniklerine göre daha yüksek PCF sağladığı gösterilmiştir (Chatwin et al., 2003). Nöromusküler hastalığı olan çocuklarda yapılan bir çalışmada MI-E'nin öksürük akımını anlamlı ölçüde artırdığı ve iyi tolere edildiği bildirilmiştir (Fauroux et al., 2008). MI-E, bulber güçsüzlüğü nedeniyle glottisini kapatamayan ve akciğer hacmi artırmayı uygulayamayan çocuklarda özellikle değerlidir; uygun yüz maskeleri ile bebeklik döneminde de kullanılabilir (Finkel et al., 2018; Hull et al., 2012).

Çocuklarda MI-E uygulamasında basınçlar genellikle düşük değerlerden (ör. ±15–20 cmH2O) başlatılıp tolerans doğrultusunda artırılır; çoğu çocukta ±30–40 cmH2O aralığında etkili öksürük elde edilir. Uygulama genellikle 4–6 öksürük döngüsünden oluşan setler hâlinde, setler arasında dinlenme verilerek ve gerekirse aspirasyonla birlikte yapılır (Chatwin & Simonds, 2020; Chatwin et al., 2018). DMD rehberleri; FVC'nin %50'nin, PCF'nin 270 L/dk'nın ya da MEP'in 60 cmH2O'nun altına düştüğü durumlarda manuel ve mekanik öksürük desteğinin başlatılmasını önermektedir (Birnkrant, Bushby, Bann, Alman, et al., 2018). SMA bakım rehberinde ise oturamayan çocuklarda MI-E'nin günlük rutin bakıma ve enfeksiyon dönemlerinde yoğunlaştırılmış programa dahil edilmesi önerilmektedir (Finkel et al., 2018). Uzun dönem kullanıma ilişkin veriler, cihazın evde aile tarafından güvenle kullanılabildiğini, ancak etkin kullanım için düzenli eğitim ve izlemin gerekli olduğunu göstermektedir (Chatwin & Simonds, 2020).

Diğer Hava Yolu Temizleme Teknikleri

Postüral drenaj, perküsyon ve vibrasyon gibi geleneksel teknikler, sekresyonların periferik hava yollarından merkezi hava yollarına taşınmasına yardımcı olabilir; ancak öksürük güçsüz olduğunda sekresyonların uzaklaştırılması için mutlaka öksürük destek teknikleriyle birlikte kullanılmalıdır (Hull et al., 2012). Yüksek frekanslı göğüs duvarı osilasyonunun nöromusküler

hastalığı olan çocuklarda güvenli ve iyi tolere edildiği bildirilmiş olsa da klinik sonuçlar üzerindeki etkisi kesin değildir (Yuan et al., 2010). İntrapulmoner perküsif ventilasyon da özellikle atelektazi varlığında seçilmiş hastalarda kullanılabilir (Chatwin et al., 2018).

Solunum yolu enfeksiyonları, pediatrik nöromusküler hastalıklarda akut solunum yetmezliğinin en sık tetikleyicisidir. Her ailenin, enfeksiyon belirtileri başladığında hava yolu temizleme sıklığının artırılmasını (ör. günde birkaç seanstan saatlik uygulamalara kadar), oksijen satürasyonunun izlenmesini, NIV kullanım süresinin uzatılmasını ve sağlık kuruluşuna başvuru ölçütlerini içeren yazılı bir eylem planına sahip olması önerilmektedir (Finkel et al., 2018; Hull et al., 2012). Oksijen satürasyonu düştüğünde yalnızca oksijen verilmesi, hipoventilasyonu maskeleyip hiperkapniyi derinleştirebileceğinden, önce hava yolu temizliği ve ventilasyon desteği sağlanmalıdır (Hull et al., 2012).

Solunum Kas Eğitimi: Tartışmalı Kanıtlar

Solunum kas eğitimi (SKE), inspiratuvar ya da ekspiratuvar kaslara eşik yüklemeli cihazlar veya dirençli solunum aracılığıyla yüklenme yapılarak kas kuvvetinin ve dayanıklılığının artırılmasını amaçlar. Nöromusküler hastalıklarda SKE'nin yeri, literatürde en çok tartışılan konulardan biridir. SKE'yi destekleyen çalışmalarda, DMD'li çocuklarda bireyselleştirilmiş SKE'nin solunum kas dayanıklılığını doza bağımlı biçimde artırdığı (Topin et al., 2002); nöromusküler hastalığı olan çocuklarda solunum kas kuvvetinin arttığı ve solunum yükü algısının azaldığı, ancak eğitim bırakıldığında bu kazanımların zamanla kaybolduğu (Gozal & Thiriet, 1999) gösterilmiştir. Wanke et al. (1994) tarafından yapılan çalışmada ise inspiratuvar kas eğitiminin DMD'li hastalarda kuvvet ve dayanıklılığı artırdığı, ancak bu yanıtın daha ileri evre ve belirgin restriktif bozukluğu olan hastalarda görülmediği bildirilmiştir.

Öte yandan sistematik derlemeler daha temkinli bir tablo ortaya koymaktadır. Çocuk ve adolesanlarda yapılan bir sistematik derleme, inspiratuvar kas eğitiminin solunum kas kuvvetini artırabileceğini, ancak çalışmaların az sayıda ve küçük örneklemli olduğunu vurgulamıştır (Human et al., 2017). Cochrane derlemesinde SKE'nin bazı nöromusküler hastalıklarda akciğer kapasitesini ve solunum kas kuvvetini artırabileceği, ancak sonuçların tutarsız ve kanıt kesinliğinin düşük ya da çok düşük olduğu; yaşam kalitesi, hastaneye yatış ve yan etkiler hakkında yeterli veri bulunmadığı belirtilmiştir (Silva et al., 2019). DMD'ye özgü meta-analizde ise SKE'nin dayanıklılığı plaseboya göre artırdığı, ancak kuvvet üzerinde plaseboya üstünlüğünün gösterilemediği ve vital kapasitedeki düşüşün eğitime rağmen sürdüğü bildirilmiştir (Hammer et al., 2022).

SKE'ye yönelik temel kaygı, zaten güçsüz ve distrofik olan solunum kaslarının yüklenme ile yorulabileceği ve kas hasarının artabileceğidir. Bu nedenle güncel bakım rehberleri SKE'yi rutin olarak önermemektedir (Birnkrant, Bushby, Bann, Alman, et al., 2018; Hull et al., 2012). Klinik uygulamada SKE düşünülüyorsa; hastalığın erken evresindeki, solunum kas kuvveti göreceli olarak korunmuş ve hiperkapnisi olmayan çocuklarda, düşük–orta yoğunlukta ve yorgunluk belirtileri yakından izlenerek uygulanması uygun olacaktır. İleri evre restriktif bozukluğu, hiperkapnisi ya da NIV gereksinimi olan çocuklarda SKE yerine akciğer hacmi artırma, öksürük desteği ve ventilasyon desteğine öncelik verilmelidir (Silva et al., 2019; Wanke et al., 1994).

Aerobik ve Dirençli Egzersiz Eğitimi

Nöromusküler hastalığı olan çocuklarda fiziksel aktivite, hareketsizliğe bağlı dekondisyonu önlemek, kardiyorespiratuvar kapasiteyi, eklem hareketliliğini, kilo kontrolünü ve psikososyal iyilik hâlini korumak açısından önemlidir. Bununla birlikte

distrofinin yokluğunda kas lifleri mekanik strese karşı daha hassas olduğundan, özellikle distrofinopatilerde egzersizin türü ve yoğunluğu dikkatle seçilmelidir. Eksantrik kasılmaların ağırlıkta olduğu aktiviteler (ör. merdiven ya da yokuş inme, zıplama) ve yüksek dirençli kuvvet eğitimi kas hasarını artırabileceğinden kaçınılması önerilen aktivitelerdir (Birnkrant, Bushby, Bann, Apkon, et al., 2018; Markert et al., 2011).

Submaksimal aerobik egzersiz eğitimine ilişkin kanıtlar umut vericidir. DMD'li erkek çocuklarda 24 hafta süreyle uygulanan destekli bisiklet eğitiminin (bacak ve kol bisikleti) güvenli olduğu ve motor fonksiyondaki gerilemeyi yavaşlattığı gösterilmiştir (Jansen et al., 2013). Ülkemizden yapılan çalışmalarda, DMD'li çocuklarda üst ekstremite egzersiz eğitiminin fonksiyonel performans ve dayanıklılık üzerinde olumlu etkileri olduğu (Alemdaroğlu et al., 2015); ev programına eklenen 12 haftalık aerobik eğitimin ise Motor Fonksiyon Ölçümü skorlarını ve altı dakika yürüme mesafesini artırdığı bildirilmiştir (Bulut et al., 2022). DMD'de egzersiz eğitimine ilişkin meta-analiz, ekstremite eğitiminin ve SKE'nin kas kuvveti ve dayanıklılık üzerinde olumlu etkileri olabileceğini, ancak kanıt kesinliğinin çok düşük olduğunu ve en uygun egzersiz türü ile dozun belirlenemediğini ortaya koymuştur (Hammer et al., 2022). Tip 3 SMA'da egzersiz eğitimine ilişkin Cochrane derlemesinde de kuvvet ve aerobik eğitimin etkinliği belirsiz bulunmuş, ancak ciddi yan etki bildirilmemiştir (Bartels et al., 2019).

Klinik uygulamada aerobik egzersiz; bisiklet, kol ergometresi, yüzme ve hidroterapi gibi düşük eksantrik yüklenme içeren aktivitelerle, orta yoğunlukta ve hastanın konuşabildiği bir tempoda yapılmalıdır. Hidroterapi, suyun kaldırma kuvveti sayesinde eklemlere binen yükü azaltırken solunum kaslarına hafif bir direnç sağlaması nedeniyle hem yürüyebilen hem de yürüyemeyen çocuklarda değerli bir seçenektir (Birnkrant, Bushby, Bann, Apkon, et al., 2018). Dirençli egzersiz gerekiyorsa düşük

dirençle, konsantrik kasılmalar ağırlıklı ve az tekrarla uygulanmalıdır. Egzersiz sonrasında 24–48 saatten uzun süren kas ağrısı, belirgin güçsüzlük, aşırı yorgunluk ya da koyu renkli idrar (miyoglobinüri) aşırı yüklenmenin uyarı işaretleri olarak kabul edilir ve program yeniden düzenlenmelidir (Markert et al., 2011). Kardiyomiyopatisi olan çocuklarda egzersiz programı kardiyoloji değerlendirmesinden sonra planlanmalıdır (Feingold et al., 2017).

Yürüme becerisini kaybetmiş çocuklarda egzersiz programı; gövde kontrolü, oturma postürü, üst ekstremite fonksiyonu ve solunum mekaniği birlikte gözetilerek planlanmalıdır. Kol ergometresi, destekli bisiklet ve tekerlekli sandalyede yapılan üst ekstremite egzersizleri bu dönemde aerobik kapasitenin korunmasında kullanılabilecek seçeneklerdir (Alemdaroğlu et al., 2015; Jansen et al., 2013). Skolyoz ve gövde güçsüzlüğü, oturma sırasında diyaframın mekanik verimini azaltabileceğinden, uygun oturma sistemleri ve gövde desteği solunum açısından da önemlidir (Birnkrant, Bushby, Bann, Apkon, et al., 2018; Panitch, 2017). Egzersiz seansları NIV kullanan çocuklarda gerektiğinde ventilasyon desteği altında yapılabilir; seans sırasında oksijen satürasyonu, kalp hızı ve yorgunluk düzeyi izlenmeli, konuşmada güçlük, yardımcı solunum kaslarının belirgin kullanımı ya da satürasyon düşüşü durumunda egzersiz sonlandırılmalıdır (Hull et al., 2012).

Noninvaziv Ventilasyon ve Rehabilitasyonla İlişkisi

Noninvaziv ventilasyon, uykuda hipoventilasyon ve kronik solunum yetmezliği gelişen çocuklarda yaşam süresini ve yaşam kalitesini artıran temel tedavidir. Gündüz normokapnik olup gece hipoventilasyonu bulunan nöromusküler hastalarda yapılan randomize kontrollü çalışmada, gece NIV'nin gaz değişimini ve semptomları iyileştirdiği; NIV başlanmayan hastaların büyük bölümünün kısa süre içinde ventilasyon desteğine gereksinim

duyduğu gösterilmiştir (Ward et al., 2005). DMD rehberleri, uykuda solunum bozukluğu belirtileri ya da anormal uyku çalışması bulunduğunda, FVC %50'nin veya MIP 60 cmH2O'nun altına düştüğünde gece NIV başlanmasını önermektedir (Birnkrant, Bushby, Bann, Alman, et al., 2018). NIV, rehabilitasyon programının da bir parçası olarak düşünülmelidir: Hava yolu temizleme seansları ve egzersiz sırasında ventilasyon desteği, solunum kaslarının yorulmasını önleyerek seansların daha etkili ve güvenli yapılmasına olanak sağlar (Chatwin et al., 2018; Hull et al., 2012).

Hastalığa Özgü Özellikler ve Dikkat Edilmesi Gerekenler

Pediatrik nöromusküler hastalıklar kardiyopulmoner tutulumun zamanlaması ve paterni açısından önemli farklılıklar gösterir. Bu nedenle rehabilitasyon programı, hastalığın doğal seyri ve hastalığa özgü riskler bilinerek planlanmalıdır. Başlıca hastalıklara ilişkin temel özellikler ve dikkat edilmesi gereken noktalar Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2. Başlıca Pediatrik Nöromusküler Hastalıklarda Kardiyopulmoner Özellikler ve Rehabilitasyonda Dikkat Edilmesi Gerekenler

Hastalık	Kardiyopulmoner özellikler	Rehabilitasyonda dikkat edilmesi gerekenler
Duchenne musküler distrofi	FVC 10–12 yaşta en yüksek değere ulaşıp sonra azalır; ambulasyon kaybıyla restriktif bozukluk ve öksürük güçsüzlüğü belirginleşir; adolesanda dilate kardiyomiyopati	Eksantrik ve yüksek dirençli egzersizden kaçınma; submaksimal aerobik egzersiz; eşik değerlere göre akciğer hacmi artırma ve öksürük desteği; egzersiz öncesi kardiyak değerlendirme
Becker musküler distrofi	Daha yavaş seyir; kardiyomiyopati iskelet kası tutulumundan daha ağır olabilir	Daha iyi korunmuş motor fonksiyona karşın kardiyak izlem ve egzersiz öncesi kardiyolojik değerlendirme

Hastalık	Kardiyopulmoner özellikler	Rehabilitasyonda dikkat edilmesi gerekenler
Spinal musküler atrofi	İnterkostal güçsüzlük, korunmuş diyafram, paradoksal solunum ve çan göğüs; tip 1'de bulber tutulum ve erken solunum yetmezliği; tedavi alanlarda yeni fenotipler	Oturamayan çocukta günlük hava yolu temizliği, MI-E ve NIV; pozisyonlama; tip 3'te yorgunluk izlenerek aerobik ve kuvvet egzersizleri
Konjenital miyopatiler ve konjenital musküler distrofiler	Solunum tutulumu ekstremite güçsüzlüğüyle orantısız olabilir; yürüyebilen çocukta bile gece hipoventilasyonu gelişebilir	Motor fonksiyon iyi olsa da düzenli spirometri ve uyku çalışması; skolyoz ve göğüs duvarı sertliği açısından izlem
Konjenital miyotonik distrofi tip 1	Yenidoğanda solunum yetmezliği ve hipotoni; santral hipoventilasyon ve gündüz uykululuk; ileti bozuklukları ve aritmi	Düzenli EKG ve ritim izlemi; sedasyon ve anestezi risklerine dikkat; bilişsel düzeye uygun, kısa ve tekrarlayan seanslar
Pompe hastalığı	İnfantil formda hipertrofik kardiyomiyopati ve erken solunum yetmezliği; geç formda orantısız diyafram güçsüzlüğü	Sırtüstü FVC düşüşünün izlenmesi; enzim replasman tedavisi altında kardiyak izlemle submaksimal egzersiz; erken NIV
Konjenital miyastenik sendromlar	Yorulabilen güçsüzlük; enfeksiyon ve ateşle tetiklenen ani apne atakları	Kısa egzersiz periyotları ve sık dinlenme; yorgunluğun izlenmesi; ailede acil eylem planı

Kaynak: Birnkrant, Bushby, Bann, Alman, et al. (2018), Finkel et al. (2018), Feingold et al. (2017), Hull et al. (2012), Ho et al. (2015) ve Engel et al. (2015) temel alınarak yazar tarafından düzenlenmiştir.

Hastalık seyrini değiştiren tedaviler, rehabilitasyon gereksinimlerini de değiştirmektedir. İnfantil başlangıçlı SMA'da nusinersen tedavisinin olaysız sağkalımı ve motor gelişim basamaklarına ulaşmayı artırdığı (Finkel et al., 2017), tek doz gen replasman tedavisinin ise çocukların önemli bir bölümünün kalıcı ventilasyon desteğine gereksinim duymadan yaşamasını ve oturma gibi becerileri kazanmasını sağladığı gösterilmiştir (Mendell et al., 2017). Bu çocuklar, doğal seyirde tanımlanmamış motor ve solunum

profilleri sergileyebilmektedir. Dolayısıyla tedavi alan çocuklarda solunum fonksiyonlarının, öksürük etkinliğinin ve bulber fonksiyonların düzenli izlenmesi; rehabilitasyon programının ise sınıflamaya göre değil, çocuğun güncel işlevsel düzeyine göre planlanması gerekmektedir (Finkel et al., 2018). Benzer biçimde DMD'de kortikosteroid tedavisinin solunum fonksiyonlarındaki düşüşü geciktirmesi (McDonald et al., 2018), öksürük desteği ve NIV gibi müdahalelerin başlama zamanının da bireysel izlem verilerine göre belirlenmesini gerektirir.

Bu hastalıklardan özellikle bazı konjenital miyopati ve konjenital musküler distrofi alt tiplerinde solunum kas tutulumu ekstremite güçsüzlüğü ile orantılı değildir; çocuk yürüyebilir durumdayken bile ciddi gece hipoventilasyonu gelişebilir. Bu nedenle motor fonksiyonu iyi görünen çocuklarda da solunum fonksiyonlarının düzenli izlenmesi gerekir (Hull et al., 2012; Panitch, 2017). Konjenital miyotonik distrofide kardiyak ileti bozuklukları ve aritmi riski, düzenli elektrokardiyografik izlemi zorunlu kılar (Feingold et al., 2017; Ho et al., 2015). Konjenital miyastenik sendromlarda ise bazı alt tiplerde enfeksiyon ya da ateşle tetiklenen ani apne atakları görülebileceğinden, egzersiz programı yorgunluk izlenerek planlanmalı ve aile acil durumlara karşı hazırlıklı olmalıdır (Engel et al., 2015).

Aile Eğitimi ve Türkiye'deki Durum

Pediatrik nöromusküler hastalıklarda kardiyopulmoner rehabilitasyonun büyük bölümü evde, aile ve bakım verenler tarafından sürdürülür. Bu nedenle ailelerin akciğer hacmi artırma, manuel destekli öksürük ve MI-E uygulamaları ile NIV kullanımı konusunda uygulamalı olarak eğitilmesi, eğitimin düzenli aralıklarla tekrarlanması ve enfeksiyon dönemi için yazılı eylem planı verilmesi önerilmektedir (Chatwin & Simonds, 2020; Hull et al., 2012). Ev

egzersiz programlarının çocuğun ilgi alanlarına uygun, oyun temelli ve okul yaşamıyla uyumlu olması, uzun dönem uyumu artırır.

Türkiye'de pediatrik nöromusküler hastalıklara yönelik rehabilitasyon araştırmaları özellikle son yıllarda artış göstermektedir. DMD'li çocuklarda üst ekstremite egzersiz eğitimi ve aerobik eğitimin etkilerini inceleyen randomize çalışmalar, ülkemizden uluslararası literatüre önemli katkılar sağlamıştır (Alemdaroğlu et al., 2015; Bulut et al., 2022). Bununla birlikte MI-E gibi cihazlara erişim, ev tipi NIV ve hava yolu temizleme cihazlarının izlemi ve multidisipliner nöromusküler kliniklerin yaygınlaştırılması, ülkemizde geliştirilmesi gereken alanlar olarak öne çıkmaktadır.

Sonuç

Pediatrik nöromusküler hastalıklarda kardiyopulmoner tutulum; inspiratuvar, ekspiratuvar ve bulber kas güçsüzlüğü, restriktif akciğer hastalığı, uykuda hipoventilasyon ve kardiyomiyopati ile karakterizedir. Etkisiz öksürük, bu çocuklarda morbidite ve mortalitenin en önemli belirleyicilerinden biridir. Bu nedenle akciğer hacmi artırma, manuel destekli öksürük ve mekanik insuflasyon-eksuflasyonu kapsayan öksürük fasilitasyonu, kardiyopulmoner rehabilitasyonun temelini oluşturur ve yaşa, hastalık evresine ve ölçülebilir eşik değerlere göre zamanında başlatılmalıdır. Solunum kas eğitimine ilişkin kanıtlar tutarsız olup rutin kullanım için yeterli değildir; seçilmiş, erken evredeki çocuklarda dikkatli izlemle uygulanabilir. Submaksimal aerobik egzersiz güvenli görünmekte ve fonksiyonel kazanımlar sağlayabilmektedir; buna karşın eksantrik ve yüksek dirençli egzersizlerden kaçınılmalıdır. Hastalık seyrini değiştiren yeni tedavilerle birlikte ortaya çıkan fenotipler, rehabilitasyon yaklaşımlarının yeniden tanımlanmasını gerektirmektedir. Ülkemizde multidisipliner izlemin, ev tipi cihazlara erişimin ve aile

eğitiminin güçlendirilmesi ile bu alanda çok merkezli çalışmaların artırılması öncelikli hedefler olmalıdır.

Kaynakça

Alemdaroğlu, İ., Karaduman, A., Yılmaz, Ö. T., & Topaloğlu, H. (2015). Different types of upper extremity exercise training in Duchenne muscular dystrophy: Effects on functional performance, strength, endurance, and ambulation. *Muscle & Nerve, 51*(5), 697–705. https://doi.org/10.1002/mus.24451

Bartels, B., Montes, J., van der Pol, W. L., & de Groot, J. F. (2019). Physical exercise training for type 3 spinal muscular atrophy. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 2019*(3), Article CD012120. https://doi.org/10.1002/14651858.CD012120.pub2

Bianchi, C., & Baiardi, P. (2008). Cough peak flows: Standard values for children and adolescents. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 87*(6), 461–467. https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e318174e4c7

Birnkrant, D. J., Bushby, K., Bann, C. M., Alman, B. A., Apkon, S. D., Blackwell, A., Case, L. E., Cripe, L., Hadjiyannakis, S., Olson, A. K., Sheehan, D. W., Bolen, J., Weber, D. R., & Ward, L. M. (2018). Diagnosis and management of Duchenne muscular dystrophy, part 2: Respiratory, cardiac, bone health, and orthopaedic management. *The Lancet Neurology, 17*(4), 347–361. https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30025-5

Birnkrant, D. J., Bushby, K., Bann, C. M., Apkon, S. D., Blackwell, A., Brumbaugh, D., Case, L. E., Clemens, P. R., Hadjiyannakis, S., Pandya, S., Street, N., Tomezsko, J., Wagner, K. R., Ward, L. M., & Weber, D. R. (2018). Diagnosis and management of Duchenne muscular dystrophy, part 1: Diagnosis, and neuromuscular,

rehabilitation, endocrine, and gastrointestinal and nutritional management. *The Lancet Neurology, 17*(3), 251–267. https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30024-3

Bulut, N., Karaduman, A. A., Alemdaroğlu-Gürbüz, İ., Yılmaz, Ö., Topaloğlu, H., & Özçakar, L. (2022). The effect of aerobic training on motor function and muscle architecture in children with Duchenne muscular dystrophy: A randomized controlled study. *Clinical Rehabilitation, 36*(8), 1062–1071. https://doi.org/10.1177/02692155221095491

Chatwin, M., Ross, E., Hart, N., Nickol, A. H., Polkey, M. I., & Simonds, A. K. (2003). Cough augmentation with mechanical insufflation/exsufflation in patients with neuromuscular weakness. *European Respiratory Journal, 21*(3), 502–508. https://doi.org/10.1183/09031936.03.00048102

Chatwin, M., & Simonds, A. K. (2020). Long-term mechanical insufflation-exsufflation cough assistance in neuromuscular disease: Patterns of use and lessons for application. *Respiratory Care, 65*(2), 135–143. https://doi.org/10.4187/respcare.06882

Chatwin, M., Toussaint, M., Gonçalves, M. R., Sheers, N., Mellies, U., Gonzales-Bermejo, J., Sancho, J., Fauroux, B., Andersen, T., Hov, B., Nygren-Bonnier, M., Lacombe, M., Pernet, K., Kampelmacher, M., Devaux, C., Kinnett, K., Sheehan, D., Rao, F., Villanova, M., . . ., Morrow, B. M. (2018). Airway clearance techniques in neuromuscular disorders: A state of the art review. *Respiratory Medicine, 136*, 98–110. https://doi.org/10.1016/j.rmed.2018.01.012

Engel, A. G., Shen, X.-M., Selcen, D., & Sine, S. M. (2015). Congenital myasthenic syndromes: Pathogenesis, diagnosis,

and treatment. *The Lancet Neurology, 14*(4), 420–434. https://doi.org/10.1016/S1474-4422(14)70201-7

Fauroux, B., Guillemot, N., Aubertin, G., Nathan, N., Labit, A., Clément, A., & Lofaso, F. (2008). Physiologic benefits of mechanical insufflation-exsufflation in children with neuromuscular diseases. *Chest, 133*(1), 161–168. https://doi.org/10.1378/chest.07-1615

Fauroux, B., & Khirani, S. (2014). Neuromuscular disease and respiratory physiology in children: Putting lung function into perspective. *Respirology, 19*(6), 782–791. https://doi.org/10.1111/resp.12330

Feingold, B., Mahle, W. T., Auerbach, S., Clemens, P., Domenighetti, A. A., Jefferies, J. L., Judge, D. P., Lal, A. K., Markham, L. W., Parks, W. J., Tsuda, T., Wang, P. J., & Yoo, S.-J. (2017). Management of cardiac involvement associated with neuromuscular diseases: A scientific statement from the American Heart Association. *Circulation, 136*(13), e200–e231. https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000526

Finkel, R. S., Mercuri, E., Darras, B. T., Connolly, A. M., Kuntz, N. L., Kirschner, J., Chiriboga, C. A., Saito, K., Servais, L., Tizzano, E., Topaloglu, H., Tulinius, M., Montes, J., Glanzman, A. M., Bishop, K., Zhong, Z. J., Gheuens, S., Bennett, C. F., Schneider, E., . . ., De Vivo, D. C. (2017). Nusinersen versus sham control in infantile-onset spinal muscular atrophy. *New England Journal of Medicine, 377*(18), 1723–1732. https://doi.org/10.1056/NEJMoa1702752

Finkel, R. S., Mercuri, E., Meyer, O. H., Simonds, A. K., Schroth, M. K., Graham, R. J., Kirschner, J., Iannaccone, S. T.,

Crawford, T. O., Woods, S., Muntoni, F., Wirth, B., Montes, J., Main, M., Mazzone, E. S., Vitale, M., Snyder, B., Quijano-Roy, S., Bertini, E., . . ., Sejersen, T. (2018). Diagnosis and management of spinal muscular atrophy: Part 2: Pulmonary and acute care; medications, supplements and immunizations; other organ systems; and ethics. *Neuromuscular Disorders, 28*(3), 197–207. https://doi.org/10.1016/j.nmd.2017.11.004

Gozal, D., & Thiriet, P. (1999). Respiratory muscle training in neuromuscular disease: Long-term effects on strength and load perception. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 31*(11), 1522–1527. https://doi.org/10.1097/00005768-199911000-00005

Hammer, S., Toussaint, M., Vollsæter, M., Tvedt, M. N., Røksund, O. D., Reychler, G., Lund, H., & Andersen, T. (2022). Exercise training in Duchenne muscular dystrophy: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Rehabilitation Medicine, 54*, Article jrm00250. https://doi.org/10.2340/jrm.v53.985

Ho, G., Cardamone, M., & Farrar, M. (2015). Congenital and childhood myotonic dystrophy: Current aspects of disease and future directions. *World Journal of Clinical Pediatrics, 4*(4), 66–80. https://doi.org/10.5409/wjcp.v4.i4.66

Hull, J., Aniapravan, R., Chan, E., Chatwin, M., Forton, J., Gallagher, J., Gibson, N., Gordon, J., Hughes, I., McCulloch, R., Russell, R. R., & Simonds, A. (2012). British Thoracic Society guideline for respiratory management of children with neuromuscular weakness. *Thorax, 67*(Suppl. 1), i1–i40. https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2012-201964

Human, A., Corten, L., Jelsma, J., & Morrow, B. (2017). Inspiratory muscle training for children and adolescents with neuromuscular diseases: A systematic review. *Neuromuscular Disorders, 27*(6), 503–517. https://doi.org/10.1016/j.nmd.2017.03.009

Jansen, M., van Alfen, N., Geurts, A. C. H., & de Groot, I. J. M. (2013). Assisted bicycle training delays functional deterioration in boys with Duchenne muscular dystrophy: The randomized controlled trial "No Use is Disuse". *Neurorehabilitation and Neural Repair, 27*(9), 816–827. https://doi.org/10.1177/1545968313496326

Kang, S. W., & Bach, J. R. (2000). Maximum insufflation capacity. *Chest, 118*(1), 61–65. https://doi.org/10.1378/chest.118.1.61

Katz, S. L., Mah, J. K., McMillan, H. J., Campbell, C., Bijelić, V., Barrowman, N., Momoli, F., Blinder, H., Aaron, S. D., McAdam, L. C., Nguyen, T. T. D., Tarnopolsky, M., Wensley, D. F., Zielinski, D., Rose, L., Sheers, N., Berlowitz, D. J., Wolfe, L., & McKim, D. (2022). Routine lung volume recruitment in boys with Duchenne muscular dystrophy: A randomised clinical trial. *Thorax, 77*(8), 805–811. https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2021-218196

Markert, C. D., Ambrosio, F., Call, J. A., & Grange, R. W. (2011). Exercise and Duchenne muscular dystrophy: Toward evidence-based exercise prescription. *Muscle & Nerve, 43*(4), 464–478. https://doi.org/10.1002/mus.21987

McDonald, C. M., Gordish-Dressman, H., Henricson, E. K., Duong, T., Joyce, N. C., Jhawar, S., Leinonen, M., Hsu, F., Connolly, A. M., Cnaan, A., Abresch, R. T., & CINRG Investigators. (2018). Longitudinal pulmonary function testing outcome measures in Duchenne muscular dystrophy:

Long-term natural history with and without glucocorticoids. *Neuromuscular Disorders, 28*(11), 897–909. https://doi.org/10.1016/j.nmd.2018.07.004

Mendell, J. R., Al-Zaidy, S., Shell, R., Arnold, W. D., Rodino-Klapac, L. R., Prior, T. W., Lowes, L., Alfano, L., Berry, K., Church, K., Kissel, J. T., Nagendran, S., L'Italien, J., Sproule, D. M., Wells, C., Cardenas, J. A., Heitzer, M. D., Kaspar, A., Corcoran, S., . . ., Kaspar, B. K. (2017). Single-dose gene-replacement therapy for spinal muscular atrophy. *New England Journal of Medicine, 377*(18), 1713–1722. https://doi.org/10.1056/NEJMoa1706198

Panitch, H. B. (2017). Respiratory implications of pediatric neuromuscular disease. *Respiratory Care, 62*(6), 826–848. https://doi.org/10.4187/respcare.05250

Silva, I. S., Pedrosa, R., Azevedo, I. G., Forbes, A.-M., Fregonezi, G. A. F., Dourado Junior, M. E. T., Lima, S. R. H., & Ferreira, G. M. H. (2019). Respiratory muscle training in children and adults with neuromuscular disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews, 2019*(9), Article CD011711. https://doi.org/10.1002/14651858.CD011711.pub2

Topin, N., Matecki, S., Le Bris, S., Rivier, F., Echenne, B., Prefaut, C., & Ramonatxo, M. (2002). Dose-dependent effect of individualized respiratory muscle training in children with Duchenne muscular dystrophy. *Neuromuscular Disorders, 12*(6), 576–583. https://doi.org/10.1016/S0960-8966(02)00005-6

Wanke, T., Toifl, K., Merkle, M., Formanek, D., Lahrmann, H., & Zwick, H. (1994). Inspiratory muscle training in patients

with Duchenne muscular dystrophy. *Chest, 105*(2), 475–482. https://doi.org/10.1378/chest.105.2.475

Ward, S., Chatwin, M., Heather, S., & Simonds, A. K. (2005). Randomised controlled trial of non-invasive ventilation (NIV) for nocturnal hypoventilation in neuromuscular and chest wall disease patients with daytime normocapnia. *Thorax, 60*(12), 1019–1024. https://doi.org/10.1136/thx.2004.037424

Yuan, N., Kane, P., Shelton, K., Matel, J., Becker, B. C., & Moss, R. B. (2010). Safety, tolerability, and efficacy of high-frequency chest wall oscillation in pediatric patients with cerebral palsy and neuromuscular diseases: An exploratory randomized controlled trial. *Journal of Child Neurology, 25*(7), 815–821. https://doi.org/10.1177/0883073809350223

BÖLÜM 8

MENTAL YORGUNLUK KAVRAMI VE BİLİŞSEL VE FİZİKSEL PERFORMANSA ETKİSİ

Dr. Öğr. Üyesi Sevtap ÇAKIR[1]

Dr. Öğr. Üyesi Okan ÜZER[2]

[1] Dr. Öğr. Üyesi. Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Simav Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü. e-mail: sevtap.cakir@ksbu.edu.tr. Orcid: 0000-0002-4122-3441

[2] Dr. Öğr. Üyesi. Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Tavşanlı Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Terapi ve Rehabilitasyon Bölümü. e-mail: okan.uzer@ksbu.edu.tr. Orcid: 0000-0003-2375-9207.

Giriş

Mental yorgunluk, uzun süreli veya yoğun bilişsel çaba gerektiren görevlerin ardından ortaya çıkan ve bireyin öznel yorgunluk algısının yanı sıra bilişsel ve davranışsal değişikliklerle de kendini gösterebilen çok boyutlu bir durumdur. Günümüzde yoğun çalışma temposu, uzun süreli dikkat gerektiren görevler, yüksek bilişsel iş yükü ve iş stresi gibi etkenler mental yorgunluğun günlük yaşamda ve çalışma ortamlarında daha sık ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Mental yorgunluğun yalnızca bilişsel işlevleri değil, fiziksel aktivitenin sürdürülmesi ve fiziksel performansın devamlılığını da etkileyebileceğine ilişkin bulgular, bu konunun farklı yönleriyle ele alınmasını gerekli kılmaktadır.

Mental yorgunluğun ortaya çıkmasında dikkat, yürütücü işlevler, motivasyon ve bilişsel kontrol ile ilişkili nörofizyolojik süreçlerin rol oynadığı düşünülmektedir. Bununla birlikte, mental yorgunluğun oluşumu ve etkileri bireyler arasında farklılık gösterebilmekte; bilişsel görevin süresi ve zorluğu, bireysel özellikler, motivasyon ve çevresel koşullar bu yanıtı etkileyebilmektedir. Bu nedenle mental yorgunluğun tek bir belirti veya fizyolojik değişken üzerinden tanımlanması güçtür.

Mental yorgunluğun değerlendirilmesinde öz bildirim ölçekleri, bilişsel performans testleri ve fizyolojik ölçümler gibi farklı yöntemlerden yararlanılmaktadır. Bu yöntemlerin her biri mental yorgunluğun farklı bir boyutu hakkında bilgi sağlamakta, ancak tek başına kullanıldığında belirli sınırlılıklar taşıyabilmektedir. Bu nedenle mental yorgunluğun ortaya çıkışının ve düzeyinin değerlendirilmesinde öznel, davranışsal ve fizyolojik göstergelerin birlikte ele alınması daha kapsamlı bir yaklaşım sağlayabilir.

Mental yorgunluğun fiziksel performansla ilişkisi ise özellikle dayanıklılık gerektiren görevler açısından dikkat çekmektedir. Literatürde mental olarak yorucu görevlerin fiziksel aktivite sırasında algılanan çabayı artırabileceği ve bazı koşullarda performansın sürdürülmesini güçleştirebileceği bildirilmektedir. Bununla birlikte, bu etkilerin tüm fiziksel görevlerde ve tüm bireylerde aynı şekilde ortaya çıkmadığı, görev özellikleri ve bireysel farklılıklardan etkilenebildiği görülmektedir. Bu nedenle mental yorgunluk ile fiziksel performans arasındaki ilişkinin, hem mental yorgunluğun değerlendirilme biçimi hem de gerçekleştirilen fiziksel görevin özellikleri dikkate alınarak ele alınması önem taşımaktadır.

Bu bölümde mental yorgunluk kavramı, ortaya çıkmasına katkıda bulunan faktörler, olası nörofizyolojik mekanizmalar, değerlendirme yöntemleri ve mental yorgunluğun bilişsel ve özellikle fiziksel performans üzerindeki olası etkileri ele alınmaktadır.

1. Yorgunluk Kavramı

Yorgunluk kavramı bir kişinin nasıl hissettiğini ifade etmek veya davranışlarındaki gözlemlenebilir bir değişimi tanımlamak için kullanılmaktadır. Çok boyutlu doğası nedeniyle evrensel bir tanımı olmamakla birlikte aynı aktivitenin devam ettirilmesinden kaynaklanan ve o aktiviteye dair performansta ölçülebilir bir azalma; ya da fiziksel veya zihinsel performansı sürdürme konusunda kasların veya merkezi sinir sisteminin yetersiz kalması olarak tanımlanmaktadır (Hockey, 2013). Yorgunluğuna bağlı beyin ve kaslar egzersiz sırasında işlevlerini değiştirebilir. Yorgunluk aynı zamanda bir duygu olarak değerlendirilebilir ve vücudu zarar ya da hasar durumlarından korumaya yardımcı olabileceği belirtilmiştir (Noakes, 2012).

Yorgunluk sıklıkla öne sürülen nedenleri ve ilgili sonuçları üzerinden sınıflandırılır: Mental/bilişsel veya fiziksel/fizyolojik; merkezi veya periferik; ya da akut veya kronik olabilir. "Mental yorgunluk" terimi genellikle zihinsel açıdan zorlayıcı görevlerin uzun süre yapılmasından kaynaklanan hisleri veya davranışları tanımlamak için kullanılırken, "fiziksel yorgunluk" terimi fiziksel açıdan zorlayıcı görevlerin uzun süre gerçekleştirilmesinden kaynaklanan hisleri ve davranışları tanımlamak için kullanılır. "Merkezi yorgunluk", mental yorgunluk anlamına gelebileceği gibi, merkezi sinir sistemi işlevinde bir değişikliğe neden olan veya bu tür bir değişiklikten kaynaklanan yorgunluğu da ifade edebilir. "Periferik yorgunluk" ise genellikle kas işlevindeki değişikliklerden kaynaklanan veya bu değişikliklere yol açan yorgunluğu belirtir. "Akut yorgunluk", uzun süreli görevden kaynaklanan ve dinlenmeyle giderilen geçici yorgunluk durumunu tanımlar (Wrightson ve Twomey, 2021).

2. Mental Yorgunluk ve Nedenleri

Mental yorgunluk; yoğun iş yükü, uzun çalışma saatleri, yüksek sorumluluk ve iş stresi gibi çevresel etkenlerle ilişkili olarak ortaya çıkabilmektedir. Özellikle çalışma belleği, bilişsel esneklik ve öz denetim gibi yürütücü işlevlerin uzun süre kullanılmasını gerektiren görevler, zaman içerisinde mental yorgunluğa yol açabilmektedir (Diamond, 2013). Bunun yanı sıra, yoğun çalışma temposu, sürekli dikkat gerektiren işler, monotonluk, tekrarlayan görevler ve

işini kaybetme kaygısı da mental yorgunluğun olası çevresel nedenleri arasında değerlendirilmektedir (Kunasegaran ve ark., 2023). Bu bulgular birlikte değerlendirildiğinde, mental yorgunluğun yalnızca bireysel özelliklerle açıklanamayacağı; çalışma koşulları, iş yükü, çalışma süresi, ekonomik koşullar ve iş stresi gibi çevresel etkenlerin de mental yorgunluğun ortaya çıkmasında önemli bir rol oynayabileceği görülmektedir.

3. Mental Yorgunluk ve Nörotransmiterler

Mental yorgunluğun olası mekanizmalarından biri, zihinsel efor sırasında beyinde adenozin birikmesidir. Serebral adenozin düzeylerindeki artışın, presinaptik nörotransmitter salınımını ve nöronal ateşlemeyi baskılayarak göreve özgü beyin bölgelerindeki aktiviteyi azaltabileceği öne sürülmektedir (Martin ark., 2018). Özellikle prefrontal korteks ve anterior singulat korteks; dikkat, öz düzenleme, planlama ve egzersiz sırasında artan efor karşısında performansı sürdürme ya da sonlandırma gibi süreçlerde önemli rol oynamaktadır (De Wachter ark., 2021). Adenozinin dopamin salınımını ve dopamin reseptörlerinin işlevini etkileyebilmesi nedeniyle, mental yorgunluk sırasında motivasyon ve algılanan çaba üzerinde de rol oynayabileceği düşünülmektedir (Martin ark., 2018).

Bununla birlikte, locus coeruleus ve dopaminerjik sistemlerin de mental yorgunluğun etkilerinde rol oynayabileceği düşünülmektedir. Hopstaken ve ark. (2015), mental olarak yorucu görev sırasında locus coeruleus aktivitesiyle ilişkili psikofizyolojik göstergelerin görev süresinden etkilendiğini göstermiş ve noradrenerjik sistemin mental yorgunluğun olası aracılarından biri olabileceğini belirtmiştir. Moeller ve ark. (2012) ise dopaminerjik orta beyin bölgelerinin mental yorgunluk sırasında motivasyonun sürdürülmesinde rol oynayabileceğini bildirmiştir.

4. Mental Yorgunluğun Belirlenmesi

Mental yorgunluğun fiziksel performans üzerindeki etkisini değerlendirebilmek için öncelikle zihinsel yorgunluğun başarılı bir şekilde oluşturulup oluşturulmadığının belirlenmesi gerekmektedir. Mental yorgunluğun değerlendirilmesinde öznel, davranışsal ve fizyolojik olmak üzere farklı göstergeler kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra, bireylerin adaptasyon düzeyleri, motivasyonları ve mental yorgunluğa verdikleri yanıtlar arasındaki farklılıklar da dikkate alınması gereken önemli değişkenlerdir. Mental yorgunluğun ortaya çıkma düzeyinin

bireyler arasında değişebilmesi ve bu durumun yorucu görevin süresi ve/veya zorluğundan etkilenebilmesi nedeniyle, tüm bireylerde aynı fizyolojik, psikolojik ve davranışsal değişikliklerin ortaya çıkması beklenmemektedir. Bununla birlikte, mevcut çalışmalarda bu göstergelerin tamamının bir arada değerlendirilmediği ve mental yorgunluk ölçümünün çoğunlukla öznel ve davranışsal göstergelerle sınırlı kaldığı görülmektedir.

Marcora ve ark. tarafından, daha yüksek öznel yorgunluk düzeyi ve/veya bilişsel performanstaki azalmanın mental yorgunluğun göstergeleri olarak kullanılabileceği önerilmiştir. Ancak, yalnızca bu iki göstergenin değerlendirilmesi, mental yorgunluğun başarılı bir şekilde oluşturulduğunu belirlemek için yeterli olmayabilir. Ayrıca, öznel yorgunluğun değerlendirilmesinde kullanılan ölçüm aracının da elde edilen sonuçlar üzerinde etkili olabileceği bildirilmiştir. Örneğin, görsel analog ölçekler kısa süreli değişikliklere daha duyarlı olabilirken, BRUMS veya POMS gibi ölçekler küçük ve kısa süreli değişiklikleri belirlemede daha sınırlı kalabilmektedir. Bu nedenle, mental yorgunluğu değerlendiren çalışmalarda motivasyon ve görevden uzaklaşma gibi diğer faktörlerin de göz önünde bulundurulması önerilmektedir (Marcora ark., 2009; Möckel ark., 2015; Gergelyfi ark., 2015).

Mental yorgunluğun fizyolojik göstergeleri de bu sürecin değerlendirilmesinde önemli bir yere sahiptir. Brownsberger ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmada, zihinsel olarak zorlayıcı bir görev sırasında ve sonrasında prefrontal korteksteki elektrokortikal aktivite incelenmiş ve β-bant aktivitesinde artış bildirilmiştir. Bununla birlikte, bu tür değişikliklerin doğrudan mental yorgunluğu yansıttığını söylemek mümkün değildir. Artan dikkat ve bilişsel katılım, aynı zamanda görevin daha fazla bilişsel çaba gerektirdiğini de gösterebilir. Buna karşılık, frontal θ aktivitesi ile frontal, santral ve parietal α gücündeki değişiklikler mental yorgunluk ile daha sık ilişkilendirilmiştir. Özellikle frontal θ aktivitesindeki artışın, tekrarlayan görevler sırasında performansı sürdürebilmek için gereken bilişsel çabayla ilişkili olabileceği bildirilmiştir (Wascher ark., 2014; Lorist ark., 2009; Trejo ark., 2015).

Mental yorgunluğun ortaya çıkışının bireyler arasında farklılık gösterebilmesi nedeniyle, mental olarak yorucu görevlerin süresi ve zorluğu da değerlendirilmesi gereken faktörler arasındadır. Kısa süreli bilişsel görevlerin her zaman yeterli düzeyde mental yorgunluk oluşturmayabileceği bildirilmiştir. Örneğin, Schücker ve MacMahon, 10 dakikalık bir Stroop görevinin daha sonra gerçekleştirilen tüm vücut dayanıklılık performansı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını bildirmiştir (Schücker ve MacMahon, 2016).

Sonuç olarak, mental yorgunluğun değerlendirilmesinde tek bir göstergeye odaklanmak yerine öznel, davranışsal ve fizyolojik ölçümlerin birlikte ele alınması daha kapsamlı bir değerlendirme sağlayabilir. Bununla birlikte, bireysel farklılıklar, motivasyon, görev süresi ve bilişsel görevin zorluğu gibi faktörler mental yorgunluğa verilen yanıtı etkileyebileceğinden, elde edilen bulguların bu değişkenler dikkate alınarak yorumlanması gerekmektedir.

5. Mental Yorgunluğu Değerlendirme Araçları

Sağlık izleme teknolojilerindeki gelişmeler, bireylerin günlük yaşam aktivitelerinin yanı sıra bilişsel durum, ruhsal iyilik hali ve çeşitli sağlık göstergelerinin takip edilmesine olanak sağlamaktadır (Liu vd., 2016). Bu teknolojilerin çalışma ortamlarında kullanılması, çalışanların mental yorgunluk düzeylerinin izlenmesi ve riskli durumların erken fark edilmesi açısından da potansiyel bir yaklaşım sunmaktadır. Özellikle mental yorgunluğun günlük yaşam ve iş performansı üzerindeki olası olumsuz etkileri göz önüne alındığında, erken dönemde belirlenmesine yönelik güvenilir değerlendirme yöntemlerine duyulan ihtiyaç giderek önem kazanmaktadır.

Bununla birlikte, mental yorgunluk tek bir belirti veya fizyolojik değişken üzerinden kolaylıkla tanımlanabilen bir durum değildir. Farklı bireylerde farklı şekillerde ortaya çıkabilmesi ve altında çeşitli fiziksel, psikolojik ve çevresel etkenlerin bulunabilmesi nedeniyle, tek bir değerlendirme yönteminin mental yorgunluğu bütünüyle ortaya koyması güçtür. Bu nedenle, farklı değerlendirme yöntemlerinin birlikte kullanılması daha kapsamlı bir değerlendirme sağlayabilir. Literatürde mental yorgunluğun belirlenmesine yönelik olarak öz bildirim ölçekleri ve anketlerin (Tablo 1) yanı sıra Dikkat Ağı Testi (Attention Network Test, ANT), elektroensefalografi (EEG), kalp hızı değişkenliği (heart rate variability, HRV), tükürük kortizol düzeyleri ve sakkadik göz hareketleri gibi çeşitli yöntemlerden yararlanılmıştır (Tablo 2) (Kunasegaran, 2023).

Tablo 1. Mental Yorgunluğu Değerlendirmek İçin Kullanılan Öz Bildirim Anketleri (Kunasegaran, 2023)

Anketin Adı	Tanım	Güçlü Yönler	Zayıflıklar
Yorgunluk Şiddetini Değerlendirmek İçin Görsel Analog Skala (VAS-F) (Lee, Hicks ve Nino-Murcia, 1991)	18 maddeden oluşur. Her madde, "hiç yorgun değil" ile "aşırı yorgun" arasındaki yorgunluk düzeyini değerlendirmek üzere 100 mm uzunluğundaki görsel analog çizgi üzerinden yanıtlanır.	Kişinin belirli bir duruma ilişkin algısını iki zıt uç arasında değerlendirmesine olanak sağlayan basit ve anlaşılır bir ölçüm formatı sunar.	Katılımcılar, ölçeğin en düşük ve en yüksek uç noktalarını kullanma konusunda çekingen davranabilir.
Yorgunluk Değerlendirme Ölçeği (FAS)	10 maddeden oluşur ve kronik yorgunluk belirtilerini değerlendirir. Maddelerin beşi fiziksel, beşi ise mental yorgunluğu değerlendirmektedir. Depresyon belirtilerinden bağımsız olarak yorgunluğu değerlendiren tek boyutlu bir ölçektir (Michielsen, De Vries ve Van Heck, 2003).	Beş farklı yorgunluk ölçeğiyle karşılaştırıldığında, yorgunluğun değerlendirilmesi açısından iyi ölçüm araçlarından biri olduğu bildirilmiştir De Vries, Michielsen ve Van Heck, 2003).	Dört maddede cinsiyete bağlı farklılık saptanmış; kadınların bu maddelerde erkeklere göre daha yüksek puan alma eğiliminde olduğu bildirilmiştir (De Vries ve ark., 2004).
Çok Boyutlu Yorgunluk Envanteri (MFI) (Smets ve ark., 1995)	20 maddeden oluşur. Genel yorgunluk, fiziksel yorgunluk, mental yorgunluk, motivasyon azalması ve aktivite azalması olmak üzere beş farklı boyutu değerlendirir.	İyi düzeyde iç tutarlılığa sahiptir (Cronbach alfa = 0,84) ve yorgunluğun farklı boyutlarının ayrı ayrı değerlendirilmesine olanak sağlar.	Mental yorgunluk yaşayan bireylerde geçerliliğinin yeterince doğrulanmamış olması bir sınırlılık olarak değerlendirilebilir.
Yorgunluk Şiddeti Envanteri (FSI)	14 maddeden oluşur ve yorgunluğun algılanan şiddeti, sıklığı ve günlük yaşam aktivitelerine etkisi gibi farklı yönlerini değerlendirir (Donovan ve Jacobsen, 2010).	18–24 yaş arasındaki kadın ve erkek kanser hastalarında doğrulanmış olup yüksek iç tutarlılık göstermiştir (Cronbach alfa = 0,94) (Hann, Denniston ve Baker, 2000).	MFI ile değerlendirilen mental yorgunlukla anlamlı bir korelasyon göstermediği bildirilmiştir (Lou ve ark., 2001).

Tablo 2. Mental Yorgunluk Belirleme Yöntemlerinin Avantajları ve Dezavantajları (Kunasegaran, 2023)

Değerlendirme yöntemi	Artıları	Dezavantajları
Öz bildirim anketleri	1. Farklı amaçlara yönelik çeşitli kısa anketler bulunmaktadır. 2. Güvenilirlikleri farklı çalışmalarda değerlendirilmiştir. 3. Uygulanması kolaydır. 4. Kolay erişilebilir ve düşük maliyetlidir.	1. Zihinsel yorgunluktaki anlık değişimleri yeterince yansıtmayabilir. 2. Öznel değerlendirmeye dayanır ve yanıt yanlılığına açıktır. 3. Katılımcının o andaki bilişsel durumunu her zaman doğru şekilde yansıtmayabilir.
Dikkat Ağı Görevi (Attention Network Test, ANT)	1. Dikkatin üç temel bileşenini değerlendirir: uyanıklık, yönelim ve yürütücü kontrol.	1. Uygulama süresi görece uzundur (yaklaşık 25–30 dakika). 2. Tekrarlı uygulamalarda öğrenme ve uygulama etkisi görülebilir. 3. Daha çok bilişsel performansın değerlendirilmesine dayanır. 4. Dikkat oldukça karmaşık bir bilişsel süreç olduğundan, tek bir görevle tüm yönleriyle değerlendirilmesi mümkün olmayabilir.
Elektroensefalografi (EEG)	1. Teta aktivitesindeki değişikliklerin mental yorgunlukla ilişkili önemli bir biyobelirteç olduğu bildirilmiştir. 2. Alfa aktivitesindeki değişiklikler de mental yorgunluğun değerlendirilmesinde yardımcı bir biyobelirteç olarak kullanılabilir.	1. Sinyal gürültüsünü ve dış etkenleri azaltmak için kontrollü bir laboratuvar ortamı gerektirebilir. 2. Bilişsel olarak zorlayıcı görevler sırasında mental yorgunluğun değerlendirilmesi, sinyal özellikleri ve görev koşullarından etkilenebilir.
Kalp Atım Hızı Değişkenliği (KHD/HRV)	1. Giyilebilir ve akıllı cihazlara kolaylıkla entegre edilebilir. 2. Kişinin farkında olmadan elde edilebilen fizyolojik bir biyobelirteçtir.	1. Stres, fiziksel aktivite, uyku, solunum ve çevresel koşullar gibi çok sayıda değişkenden etkilenebilir. 2. Mental yorgunluğun değerlendirilmesinde tek başına kullanıldığında güvenilirliği sınırlı olabilir.
Kortizol düzeyleri	1. Fizyolojik bir biyobelirteç olarak değerlendirilebilir ve sağlık izleme teknolojileriyle birlikte kullanılma potansiyeline sahiptir.	1. Tükürük kortizolü ile mental yorgunluk arasındaki ilişkiyi destekleyen kanıtlar sınırlıdır. 2. Tükürük örneklerinin alınması ve işlenmesi sırasında kontaminasyon riski bulunmaktadır. 3. Kortizol düzeyleri gün içindeki biyolojik ritim ve stres gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilir.
Sakkadik göz hareketleri	1. Mental yorgunlukla ilişkili bilişsel ve nörofizyolojik değişiklikleri yansıtma potansiyeline sahiptir. 2. Sakkadik göz hareketleri hızlı ve ölçümü görece kolay tepkilerdir. 3. İstemli ve istemsiz göz hareketlerinin değerlendirilmesine olanak sağlar. 4. Elektrookülografi (EOG) veya	1. Sakkadik göz hareketlerinin özellikleri ile mental yorgunluk arasındaki ilişkinin geçerliliğine ilişkin kanıtlar henüz sınırlıdır. 2. Göz hareketleri ışık, dikkat düzeyi, görsel uyaranlar ve bireysel farklılıklar gibi çeşitli faktörlerden etkilenebilir.

	kızılötesi tabanlı sistemlerle ölçülebilir. 5. Akıllı telefonlar, web kameraları ve diğer taşınabilir kayıt sistemlerine entegre edilme potansiyeline sahiptir.	

6. Mental Yorgunluğun Bilişsel Performans Üzerindeki Etkileri

Mental yorgunluğun en belirgin etkilerinden biri bilişsel performanstaki değişikliklerdir. Özellikle dikkat, sürekli dikkat ve bölünmüş dikkat gerektiren görevlerde mental olarak yorgun bireylerin performanslarının azalabildiği bildirilmiştir (Smith vd., 2019). Bununla birlikte, bu performans kaybının yalnızca bilişsel kaynakların azalmasıyla açıklanamayacağı, motivasyonun da önemli bir rol oynayabileceği düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarda, mental olarak yorgun bireylerin bilişsel görev sırasında daha az çaba gösterdikleri ve motivasyon düzeyinin performansla ilişkili olduğu gösterilmiştir (Herlambang, Cnossen ve Taatgen, 2021). Buna karşılık, bazı çalışmalar bilişsel performanstaki azalmanın motivasyon kaybından çok, görevi sürdürmek için gerekli bilişsel kaynakların azalmasıyla ilişkili olabileceğini işaret etmektedir (Hopstaken vd., 2016; Gergelyfi vd., 2015). Mental yorgunluk sırasında özellikle yürütücü işlevler ve dikkat kontrolü etkilenebilmekte, bu durum dikkat değişimi ve tepki inhibisyonu gibi süreçlerin daha zor hale gelmesine neden olabilmektedir. Prefrontal korteksin di**k**kat kontrolü ve amaca yönelik davranışların düzenlenmesindeki önemli rolü göz önüne alındığında, zihinsel yorgunluk sırasında bu bölgedeki aktivite değişikliklerinin bilişsel işlemlemeyi etkileyebileceği düşünülmektedir (Rossi vd., 2009; Tanaka, Ishii ve Watanabe, 2015; Ishii; Goodman ve Marino, 2021).

7. Mental Yorgunluğun Fiziksel Performans Üzerindeki Etkileri

Mental yorgunluk, insanların uzun süreli bilişsel aktivite sırasında veya sonrasında deneyimleyebilecekleri bir durumdur ve modern günlük yaşamda oldukça yaygın bir olgu olarak değerlendirilmektedir (Boksem ve Tops, 2008). Bireyler yorgunluk hissettiklerinde, genellikle konsantre olmakta ve dikkatlerini yerine getirmeleri gereken görevlere yöneltmekte zorlandıklarını bildirmektedir. Dikkat, dinamik insan davranışının temel özelliklerinden biridir; mevcut hedeflere ulaşabilmek için ilgili bilgilere odaklanmamızı sağlayacak şekilde gelen

bilgilerin işlenmesini yönlendirirken, bu hedeflere müdahale edebilecek ilgisiz bilgilerin de aktif olarak göz ardı edilmesine olanak tanır (Murray ve Wojciulik, 2004).

Mental yorgunluk yalnızca bilişsel süreçlerle sınırlı kalmayıp fiziksel performansa da yansıyabilmektedir. Özellikle dikkat ve bilişsel kontrol gerektiren fiziksel görevlerde, mental yorgunluğun denge kontrolü ve fiziksel performans üzerinde olumsuz etkiler oluşturabileceği bildirilmiştir. Bu etkilerin, prefrontal korteksteki aktivite değişiklikleri ve buna eşlik eden nörofizyolojik yanıtlarla ilişkili olabileceği öne sürülmektedir (Pires vd., 2018).

Mental yorgunluk öznel, davranışsal ve fizyolojik olmak üzere farklı şekillerde ortaya çıkabilmektedir. Öznel olarak artan yorgunluk hissi, enerji eksikliği, motivasyon ve uyanıklık düzeylerinde azalma bildirilmiştir (Boksem ark., 2006; van der Linden ark., 2006; Boksem ve Tops, 2008). Davranışsal açıdan ise mental yorgunluk, bilişsel bir görevde performansın doğruluk ve/veya tepki süresi açısından azalmasıyla kendini gösterebilmektedir (Wascher ark., 2014; Möckel ark., 2015). Bununla birlikte, mental yorgunluğun varlığından söz edebilmek için bu üç alanda da değişiklik görülmesi gerekli değildir. Örneğin, mental yorgunluk ortaya çıktığında bilişsel performans mutlaka düşmeyebilir; telafi edici çaba, beyin aktivitesindeki değişiklikler veya artan motivasyon yoluyla performanstaki düşüşü sınırlayabilir (Möckel ark., 2015; Hopstaken ark., 2015).

Marcora ve ark. (2009), mental yorgunluğun fiziksel performans, özellikle tüm vücut dayanıklılık görevi üzerindeki etkisini deneysel olarak kontrollü bir şekilde ilk kez araştırmıştır. Çalışmanın sonuçları, bilişsel olarak zorlayıcı bir görevin 90 dakika sürdürülmesinin mental yorgunluğa yol açtığını ve ardından gerçekleştirilen tüm vücut dayanıklılık performansını olumsuz etkilediğini göstermiştir. Mental yorgunluğun fiziksel performansı etkileyen önemli mekanizmalarından biri algılanan efordaki artış olarak değerlendirilmektedir. Marcora, Staiano ve Manning (2009), zihinsel olarak yorgun bireylerin fiziksel aktivite sırasında yaptıkları işi daha zor algıladıklarını ve bu nedenle fiziksel aktiviteyi daha erken sonlandırabildiklerini bildirmiştir. Bu açıdan değerlendirildiğinde, mental yorgunluğun bireyin fiziksel olarak üretebileceği maksimum güç veya kuvveti doğrudan azaltmasından ziyade, gerçekleştirilen görevin daha fazla çaba gerektirdiği yönündeki algıyı artırdığı düşünülmektedir (Van Cutsem vd., 2017). Artan algılanan efor ise bireyin fiziksel aktiviteyi sürdürme isteğini ve dayanıklılığını azaltarak performansın daha erken sonlanmasına katkıda bulunabilmektedir (Kunasegaran, 2023).

Mental yorgunluğun fiziksel performans üzerindeki etkileri davranışsal, fizyolojik ve psikolojik göstergeler üzerinden incelenmiştir. Mevcut çalışmaların önemli bir bölümü, özellikle dayanıklılık gerektiren görevlerde mental yorgunluğun fiziksel performansı olumsuz etkileyebildiğini göstermektedir. Bu etkiler; tükenme süresinin kısalması, tamamlanma süresinin uzaması, bireyin kendi belirlediği hız veya güç çıkışının azalması ve kat edilen mesafenin düşmesi şeklinde ortaya çıkabilmektedir (Marcora ark., 2009; Brownsberger ark., 2013; MacMahon ark., 2014; Pageaux ark., 2014; Smith ark., 2015, 2016).

Mental yorgunluğun fiziksel performans üzerindeki fizyolojik etkileri incelendiğinde, özellikle dayanıklılık egzersizleri sırasında elde edilen bulguların tam olarak tutarlı olmadığı görülmektedir. Marcora ve ark. (2009), mental yorgunluk sonrasında tükenme anında daha yüksek kalp hızı bildirmiş, ancak bu farklılığın daha uzun egzersiz süresiyle ilişkili olabileceğini belirtmiştir. Brownsberger ve ark. (2013), mental yorgunluk durumunda sabit algılanan efor düzeyindeki egzersiz sırasında daha yüksek ortalama kalp hızı ve ısınma döneminde prefrontal bölgede artmış β aktivitesi gözlemlemiş, ancak bu beyin aktivitesindeki farklılığın egzersiz sırasında devam etmediğini bildirmiştir. Bununla birlikte, mental yorgunluğun egzersiz sırasında tüm fizyolojik sistemleri doğrudan değiştirdiği söylenemez. Marcora ve ark. (2009) kardiyovasküler ölçümlerde belirgin bir farklılık gözlemlemezken, Pageaux ve ark. (2014) zaman ve yoğunluğun sabit tutulduğu bir egzersiz protokolünde merkezi ve periferik yorgunluk göstergelerinde anlamlı bir artış saptamamıştır. Genel olarak, mevcut çalışmalar mental yorgunluğun egzersiz sırasında bazı fizyolojik ve nöromüsküler değişikliklerle ilişkili olabileceğini, ancak bu değişikliklerin çalışmalar arasında tutarlı olmadığını göstermektedir.

Psikolojik açıdan en tutarlı bulgulardan biri, mental yorgunluk sonrasında egzersiz sırasında algılanan çabanın (RPE) artmasıdır. Martin ve ark. (2015), mental yorgunluk sonrasında gerçekleştirilecek fiziksel göreve yönelik içsel motivasyonda azalma eğilimi bildirmiştir. Pageaux ve ark. (2014) ise mental yorgunluk durumunda 5 km'lik zaman denemesinin daha zorlayıcı olarak algılandığını ve katılımcıların kendi performanslarını daha düşük değerlendirdiğini göstermiştir. Farklı çalışmaların ortak bulgularından biri, mental yorgunluk sonrasında egzersiz sırasında RPE'nin artmasıdır. Mental yorgunluk durumunda bireylerin egzersizi daha zor algıladığı ve buna bağlı olarak kendi seçtikleri hız veya güç çıkışını azalttığı bildirilmiştir (Marcora ark., 2009; Brownsberger ark., 2013; Pageaux ark., 2014; Smith ark., 2015; MacMahon ark., 2014).

Genel olarak değerlendirildiğinde, mental yorgunluk bilişsel süreçlerin yanı sıra fiziksel aktivitenin sürdürülmesini ve performansın devamlılığını da etkileyebilen bir faktör olarak değerlendirilebilir. Özellikle uzun süreli ve submaksimal dayanıklılık görevlerinde fiziksel performansı azaltabileceği, bu etkinin ise büyük ölçüde artan algılanan çaba ve buna bağlı performans düzenlemeleriyle ilişkili olabileceği görülmektedir. Bu nedenle, fiziksel performansın değerlendirilmesinde görevin süresi, yoğunluğu ve bilişsel gereksinimlerinin dikkate alınması önem taşımaktadır.

8. Sonuç

Mental yorgunluk, bilişsel açıdan yoğun ve uzun süreli görevler sonrasında ortaya çıkabilen, öznel, davranışsal ve fizyolojik boyutları bulunan karmaşık bir durumdur. Literatür, mental yorgunluğun özellikle dikkat, yürütücü işlevler ve motivasyon gibi bilişsel süreçlerde değişikliklerle ilişkili olabileceğini göstermektedir. Bununla birlikte, mental yorgunluğun düzeyi ve ortaya çıkardığı değişiklikler bireyler arasında farklılık gösterebildiğinden, bu durumun tek bir gösterge üzerinden değerlendirilmesi yeterli olmayabilir.

Mental yorgunluğun fiziksel performans üzerindeki etkileri incelendiğinde, özellikle uzun süreli ve submaksimal dayanıklılık görevlerinde performansın olumsuz etkilenebileceğine ilişkin bulgular bulunmaktadır. Bu etkinin önemli açıklamalarından biri, mental yorgunluk sonrasında fiziksel aktivite sırasında algılanan çabanın artmasıdır. Bireyin aynı fiziksel görevi daha zorlayıcı olarak algılaması, fiziksel aktiviteyi sürdürme isteğini ve performansın devamlılığını etkileyebilir. Bununla birlikte, mental yorgunluğun fiziksel performans üzerindeki fizyolojik ve nöromüsküler etkilerine ilişkin bulguların her çalışmada aynı yönde olmadığı görülmektedir.

Bu nedenle mental yorgunluk ile fiziksel performans arasındaki ilişkinin değerlendirilmesinde yalnızca performans değişikliklerine odaklanmak yerine, öznel yorgunluk, bilişsel performans, algılanan çaba ve uygun fizyolojik göstergelerin birlikte değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Ayrıca kullanılan bilişsel görevin süresi ve zorluğu, fiziksel görevin türü ve yoğunluğu ile bireysel farklılıkların dikkate alınması, sonuçların doğru yorumlanmasına katkı sağlayabilir.

Genel olarak, mental yorgunluk bilişsel işlevlerin yanı sıra fiziksel performansın sürdürülmesini de etkileyebilen önemli bir faktör olarak değerlendirilebilir. Ancak mevcut

bulgular, bu ilişkinin tek yönlü ve bütün koşullarda aynı şekilde ortaya çıkan bir süreç olmadığını göstermektedir. Bu nedenle mental yorgunluğun fiziksel performans üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için standardize edilmiş görevler, uygun değerlendirme araçları ve farklı ölçüm yöntemlerinin birlikte kullanıldığı çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

KAYNAKÇA

Boksem, M. A., Meijman, T. F., & Lorist, M. M. (2006). Mental fatigue, motivation and action monitoring. *Biological Psychology, 72*(2), 123–132. https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2005.08.007.

Boksem, M. A., & Tops, M. (2008). Mental fatigue: Costs and benefits. *Brain Research Reviews, 59*(1), 125–139. https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2008.07.001.

Brownsberger, J., Edwards, A., Crowther, R., & Cottrell, D. (2013). Impact of mental fatigue on self-paced exercise. *International Journal of Sports Medicine, 34*(12), 1029–1036. https://doi.org/10.1055/s-0033-1343402.

De Vries, J., Michielsen, H., Van Heck, G. L., & Drent, M. (2004). Measuring fatigue in sarcoidosis: The Fatigue Assessment Scale (FAS). *British Journal of Health Psychology, 9*(3), 279–291. https://doi.org/10.1348/1359107041557048.

De Vries, J., Michielsen, H. J., & Van Heck, G. L. (2003). Assessment of fatigue among working people: A comparison of six questionnaires. *Occupational and Environmental Medicine, 60*(Suppl. 1), i10–i15. https://doi.org/10.1136/oem.60.suppl_1.i10.

De Wachter, J., Proost, M., Habay, J., Verstraelen, M., Díaz-García, J., Hurst, P., Meeusen, R., Van Cutsem, J., & Roelands, B. (2021). Prefrontal cortex oxygenation during endurance performance: A systematic review of functional near-infrared spectroscopy studies. *Frontiers in Physiology, 12*, 761232. https://doi.org/10.3389/fphys.2021.761232.

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology, 64*, 135–168. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750.

Donovan, K. A., & Jacobsen, P. B. (2010). The Fatigue Symptom Inventory: A systematic review of its psychometric properties. *Supportive Care in Cancer, 19*(2), 169–185. https://doi.org/10.1007/s00520-010-0989-4.

Gergelyfi, M., Jacob, B., Olivier, E., & Zénon, A. (2015). Dissociation between mental fatigue and motivational state during prolonged mental activity. *Frontiers in Behavioral Neuroscience, 9*, 176. https://doi.org/10.3389/fnbeh.2015.00176.

Goodman, S. P. J., & Marino, F. E. (2021). Thirst perception exacerbates objective mental fatigue. *Neuropsychologia, 150*, 107686. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2020.107686.

Hann, D. M., Denniston, M. M., & Baker, F. (2000). Measurement of fatigue in cancer patients: Further validation of the Fatigue Symptom Inventory. *Quality of Life Research, 9*(7), 847–854. https://doi.org/10.1023/A:1008900413113.

Herlambang, M. B., Cnossen, F., & Taatgen, N. A. (2021). The effects of intrinsic motivation on mental fatigue. *PLoS ONE, 16*(1), e0243754. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243754.

Hockey, R. (2013). *The psychology of fatigue: Work, effort and control*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139015394.

Hopstaken, J. F., van der Linden, D., Bakker, A. B., & Kompier, M. A. (2015). A multifaceted investigation of the link between mental fatigue and task disengagement. *Psychophysiology, 52*(3), 305–315. https://doi.org/10.1111/psyp.12339.

Kunasegaran, K., Ismail, A. M. H., Ramasamy, S., Gnanou, J. V., Caszo, B. A., & Chen, P. L. (2023). Understanding mental fatigue and its detection: A comparative analysis of assessments and tools. *PeerJ, 11*, e15744. https://doi.org/10.7717/peerj.15744.

Lee, K. A., Hicks, G., & Nino-Murcia, G. (1991). Validity and reliability of a scale to assess fatigue. *Psychiatry Research, 36*(3), 291–298. https://doi.org/10.1016/0165-1781(91)90027-M.

Liu, L., Stroulia, E., Nikolaidis, I., Miguel-Cruz, A., & Rios Rincon, A. (2016). Smart homes and home health monitoring technologies for older adults: A systematic review. *International Journal of Medical Informatics, 91*, 44–59. https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2016.04.007.

Lorist, M. M., Bezdan, E., ten Caat, M., Span, M. M., Roerdink, J. B., & Maurits, N. M. (2009). The influence of mental fatigue and motivation on neural network dynamics: An EEG coherence study. *Brain Research, 1270*, 95–106. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.03.015.

Lou, J. S., Kearns, G., Oken, B., Sexton, G., & Nutt, J. (2001). Exacerbated physical fatigue and mental fatigue in Parkinson's disease. *Movement Disorders, 16*(2), 190–196. https://doi.org/10.1002/mds.1042.

MacMahon, C., Schücker, L., Hagemann, N., & Strauss, B. (2014). Cognitive fatigue effects on physical performance during running. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 36*(4), 375–381. https://doi.org/10.1123/jsep.2013-0249.

Marcora, S. M., Staiano, W., & Manning, V. (2009). Mental fatigue impairs physical performance in humans. *Journal of Applied Physiology, 106*(3), 857–864. https://doi.org/10.1152/japplphysiol.91324.2008.

Martin, K., Meeusen, R., Thompson, K. G., Keegan, R., & Rattray, B. (2018). Mental fatigue impairs endurance performance: A physiological explanation. *Sports Medicine, 48*(9), 2041–2051. https://doi.org/10.1007/s40279-018-0946-9.

Michielsen, H. J., De Vries, J., & Van Heck, G. L. (2003). Psychometric qualities of a brief self-rated fatigue measure: The Fatigue Assessment Scale. *Journal of Psychosomatic Research, 54*(4), 345–352. https://doi.org/10.1016/S0022-3999(02)00392-6.

Moeller, S. J., Tomasi, D., Honorio, J., Volkow, N. D., & Goldstein, R. Z. (2012). Dopaminergic involvement during mental fatigue in health and cocaine addiction. *Translational Psychiatry, 2*(10), e176. https://doi.org/10.1038/tp.2012.110.

Möckel, T., Beste, C., & Wascher, E. (2015). The effects of time on task in response selection: An ERP study of mental fatigue. *Scientific Reports, 5*, 10113. https://doi.org/10.1038/srep10113.

Murray, S. O., & Wojciulik, E. (2004). Attention increases neural selectivity in the human lateral occipital complex. *Nature Neuroscience, 7*(1), 70–74.

Noakes, T. D. (2012). Fatigue is a brain-derived emotion that regulates the exercise behavior to ensure the protection of whole body homeostasis. *Frontiers in Physiology, 3*, 82. https://doi.org/10.3389/fphys.2012.00082.

Pageaux, B., Lepers, R., Dietz, K. C., & Marcora, S. M. (2014). Response inhibition impairs subsequent self-paced endurance performance. *European Journal of Applied Physiology, 114*(5), 1095–1105. https://doi.org/10.1007/s00421-014-2838-5.

Pires, F. O., Silva-Júnior, F. L., Brietzke, C., Franco-Alvarenga, P. E., Pinheiro, F. A., de França, N. M., Teixeira, S., & Meireles Santos, T. (2018). Mental fatigue alters cortical activation and psychological responses, impairing performance in a distance-based cycling trial. *Frontiers in Physiology, 9*, 227. https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00227.

Rossi, A. F., Pessoa, L., Desimone, R., & Ungerleider, L. G. (2009). The prefrontal cortex and the executive control of attention. *Experimental Brain Research, 192*(3), 489–497. https://doi.org/10.1007/s00221-008-1642-z.

Smets, E. M., Garssen, B., Bonke, B., & De Haes, J. C. (1995). The Multidimensional Fatigue Inventory (MFI): Psychometric qualities of an instrument to assess fatigue. *Journal of Psychosomatic Research, 39*(3), 315–325. https://doi.org/10.1016/0022-3999(94)00125-O.

Smith, M. R., Chai, R., Nguyen, H. T., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2019). Comparing the effects of three cognitive tasks on indicators of mental fatigue. *The Journal of Psychology, 153*(8), 759–783. https://doi.org/10.1080/00223980.2019.1611530

Smith, M. R., Coutts, A. J., Merlini, M., Deprez, D., Lenoir, M., & Marcora, S. M. (2016). Mental fatigue impairs soccer-specific physical and technical performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 48*(2), 267–276. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000762.

Smith, M. R., Marcora, S. M., & Coutts, A. J. (2015). Mental fatigue impairs intermittent running performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 47*(8), 1682–1690. https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000592.

Tanaka, M., Ishii, A., & Watanabe, Y. (2015). Effects of mental fatigue on brain activity and cognitive performance: A magnetoencephalography study. *Anatomy & Physiology, 5*, S4-002. https://doi.org/10.4172/2161-0940.S4-002.

Trejo, L. J., Kubitz, K., Rosipal, R., Kochavi, R. L., & Montgomery, L. D. (2015). EEG-based estimation and classification of mental fatigue. *Psychology, 6*(5), 572–589.

van der Linden, D., Massar, S. A., Schellekens, A. F., Ellenbroek, B. A., & Verkes, R. J. (2006). Disrupted sensorimotor gating due to mental fatigue: Preliminary evidence. *International Journal of Psychophysiology, 62*(1), 168–174. https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2006.04.001.

Van Cutsem, J., Marcora, S., De Pauw, K., Bailey, S., Meeusen, R., & Roelands, B. (2017). The effects of mental fatigue on physical performance: A systematic review. *Sports Medicine, 47*(8), 1569–1588. https://doi.org/10.1007/s40279-016-0672-0.

Wascher, E., Rasch, B., Sänger, J., Hoffmann, S., Schneider, D., Rinkenauer, G., Heuer, H., & Gutberlet, I. (2014). Frontal theta activity reflects distinct aspects of mental fatigue. *Biological Psychology, 96*, 57–65. https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2013.11.010.

Wrightson, J. G., & Twomey, R. (2021). Exercise and chronic fatigue. In Z. Zenko & L. Jones (Eds.), *Essentials of exercise and sport psychology: An open access textbook* (pp. 409–428). Society for Transparency, Openness, and Replication in Kinesiology. https://doi.org/10.51224/B1018.

BÖLÜM 9

OMURGA SAĞLIĞI VE GİYİLEBİLİR TEKNOLOJİ

ASİYA UZUN[1]
YUSUF ŞİNASİ KIRMACI[2]

Giriş

Bel ağrısı, küresel ölçekte işlev kaybının başlıca nedenlerinden biridir. Küresel Hastalık Yükü 2021 çalışması, bel ağrısının 2020 yılında yaklaşık 619 milyon kişiyi etkilediğini, 2050 yılında bu sayının 843 milyona ulaşabileceğini öngörmüş ve bel ağrısını yaşanan engellilik yılları açısından en büyük yük kaynağı olarak tanımlamıştır (GBD 2021 Low Back Pain Collaborators, 2023). Olguların büyük çoğunluğunda ağrıdan sorumlu belirli bir nosiseptif kaynak saptanamaz; yeni epizotların çoğu kısa sürede düzelirken küçük bir bölümde ağrı kalıcı ve yeti yitirici hâle gelir. Başlangıçtaki yüksek ağrı şiddeti, psikolojik sıkıntı ve birden fazla bölgede eşlik eden ağrı kalıcılık riskini artırmakta; ağrıya ilişkin bilişlerin ve merkezî ağrı modülasyon mekanizmalarının da önemli rol oynadığına dair kanıt birikmektedir (Hartvigsen et al., 2018).

Dr. Öğr. Üyesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ORCID: 0000-0003-1496-9827
Dr. Öğr. Üyesi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, ORCID: 0000-0001-7151-6854

Bu çok boyutlu yapı, omurga sağlığının yalnızca yapısal veya postüral bir kavram olarak ele alınmasını güçleştirir. Dünya Sağlık Örgütü'nün kronik primer bel ağrısı rehberi, bütüncül, kişi merkezli, bütünleşik ve eşgüdümlü bakımı temel ilke olarak benimsemiş; eğitim, egzersiz programları, bazı fiziksel ve psikolojik tedaviler ile ilaçlar gibi birden fazla girişimin bir arada gerekebileceğini belirtmiştir (World Health Organization, 2023). Rehber, birinci basamak ve toplum temelli bakım ortamlarında erişkinlerdeki kronik primer bel ağrısını kapsamakta; değerlendirme ve tanı süreçlerini ile iş yeri müdahalelerini kapsam dışı bırakmaktadır. Bu nedenle giyilebilir teknolojilerin değerlendirme ve izlemdeki yeri rehberden türetilemez; bu alandaki çıkarımlar ayrı bir kanıt tabanına dayanmak zorundadır.

Giyilebilir sensörler, hareket, yönelim ve aktivite verisini klinik ortamın dışında, tekrarlı ve nesnel biçimde toplama olanağı sunar. Bu olanak, hareket ve postür gözleminin bel ağrılı hastaların muayenesinin temel bileşeni olduğu ve klinisyenlerin hareket ya da postür bozukluğunu saptayıp düzeltmenin ağrıyı ve aktivite kısıtlılığını azaltabileceğine inandığı bir bağlamda ilgi çekicidir (Laird et al., 2014). Ancak bir değişkenin ölçülebilir olması, o değişkenin klinik karar açısından anlamlı olduğunu göstermez. Bu bölümün amacı, omurga sağlığında kullanılan giyilebilir teknolojileri ölçüm ilkeleri, geçerlik ve güvenilirlik, biyogeribildirim, klinik etkililik, uygulama alanları ve etik boyut açısından mevcut kanıt düzeyine bağlı kalarak değerlendirmektir. Bölüm anlatı derlemesi niteliğindedir; sistematik bir literatür taraması yapılmamış, temel birincil çalışmalar, sistematik derlemeler ve klinik rehber seçici biçimde ele alınmıştır.

Hareket, postür ve ağrı: kavramsal çerçeve

Öne eğilme gibi görevlerde omurga hareketi gövde ve pelvisin eşgüdümüyle gerçekleşir; bu nedenle yalnızca gövdenin

uzaydaki eğimini ölçmek lomber hareketi tam olarak yansıtmaz. Aynı toplam eğilme açısı, lumbopelvik katkının farklı dağılımlarıyla elde edilebilir. Bir ölçümün hangi segmenti, hangi görevde ve hangi referans çerçevesinde temsil ettiği açıkça tanımlanmalıdır. Nitekim T12 ve S2 düzeylerine yerleştirilen sensörlerle yapılan ölçümler, vertebralar arası hareketi değil, lomber bölgenin yüzey hareketini temsil eder (Mjøsund et al., 2017).

Ağrılı ve ağrısız bireylerde lumbopelvik kinematiği karşılaştıran sistematik derleme ve meta-analiz, hareket ve postür ile ağrı arasındaki ilişkinin tutarlı ve tek yönlü olmadığını göstermektedir. Ortalama olarak bel ağrılı bireylerde lomber hareket açıklığı azalmış (19 çalışma), hareket yavaşlamış (8 çalışma) ve propriyosepsiyon azalmıştır (17 çalışma); buna karşılık lordoz açısı (8 çalışma), ayakta pelvik eğim (3 çalışma) ve uç fleksiyonda lomber ile kalça katkısı (4 çalışma) bakımından gruplar arasında fark saptanmamıştır (Laird et al., 2014). Bu bulgu iki sonuç doğurur. Birincisi, tek bir "doğru" postür açısı ya da hareket örüntüsü varsayımına dayanan değerlendirmenin dayanağı zayıftır; ideal oturma postürü fikrinin yeniden değerlendirilmesi gerektiği de ileri sürülmüştür (Slater et al., 2019). İkincisi, bel ağrılı bireylerde saptanan hareket yavaşlığı gibi farklar ağrının nedeni olabileceği gibi sonucu da olabilir; kesitsel karşılaştırmalar nedensellik hakkında bilgi vermez.

Bu nedenle sensör verisi ağrı, işlev, harekete ilişkin inançlar ve katılımla birlikte yorumlanmalıdır; daha az gövde fleksiyonu gösteren bir kayıt, hareketin koruyucu biçimde kısıtlandığını da yansıtabilir.

Omurga hareketini ölçen giyilebilir sistemler

Giyilebilir omurga ölçüm sistemleri; sensör, veri aktarımı, işleme yazılımı ve kullanıcı arayüzünden oluşur. Omurga postürünü ölçen giyilebilir cihazları inceleyen bir sistematik derlemede 37

çalışma değerlendirilmiş, en sık kullanılan temel teknolojinin eylemsizlik ölçüm birimleri (IMU) olduğu bildirilmiş ve önerilen kullanım alanları arasında ameliyat sonrası rehabilitasyon, kas-iskelet sistemi bozukluklarının tedavisi, patolojik postürün tanısı, iş sağlığı ve güvenliği ile müdahalelerin karşılaştırılması sayılmıştır (Simpson et al., 2019). Omurga kinematiği ve kinetiğini değerlendiren giyilebilir teknolojileri inceleyen bir diğer sistematik derleme ise yaklaşımın uygulanabilirliğini göstermiş, ancak tekniğin erken gelişim aşamasında olduğunu vurgulamıştır (Papi et al., 2017). Başlıca teknolojilerin özellikleri Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1. Omurga ölçümünde kullanılan giyilebilir teknolojilerin özellikleri

Teknoloji	**Ölçülen büyüklük**	**Başlıca sınırlılıklar**	**Kanıt notu**
Eylemsizlik ölçüm birimi (ivmeölçer, jiroskop ± manyetometre)	Sensörün bağlı olduğu yüzeyin yönelimi ve açısal hareketi; iki sensörle göreli segment açısı	Jiroskop sürüklenmesi, manyetik bozulma, cilt kayması; vertebral hareketi doğrudan göstermez	En sık kullanılan teknolojidir (Simpson et al., 2019); ViMove için ayakta eğim hareketlerinde uyum sınırları bildirilmiştir (Mjøsund et al., 2017)
Gerinim sensörü ve giysiye entegre esnek sensör	Bükülme veya gerinime bağlı elektriksel değişimden tahmin edilen segment açısı	Giysi uyumu, cilt kayması, yeniden yerleştirme; göreve ve popülasyona özgü doğrulama gerekir	Fonksiyonel aktivitelerde hareket yakalama ile karşılaştırılmıştır (Suter et al., 2020)
Yüzeyel elektromiyografi	Yüzeye yakın kasların elektriksel aktivitesi	Derin kasları ve kas kuvvetini doğrudan göstermez; elektrot konumu ve normalizasyon sonucu etkiler	Bu bölümde klinik sonuç verisi ele alınmamıştır

Teknoloji	Ölçülen büyüklük	Başlıca sınırlılıklar	Kanıt notu
Aktivite izleyici (bilek, kalça)	Adım sayısı, hareketli ve hareketsiz süre	Lomber hareket kontrolünü temsil etmez; cihazın takılmadığı süre ile hareketsizlik ayrılmalıdır	Davranışsal sonuçlar için kullanılabilir; lomber kinematik için doğrulanmış sayılmaz

Kaynak: Simpson et al. (2019), Mjøsund et al. (2017) ve Suter et al. (2020) kaynakları ile ölçüm ilkelerinden yazar tarafından derlenmiştir.

IMU'lar genellikle ivmeölçer ve jiroskop, bazı sistemlerde ayrıca manyetometre içerir. İvmeölçer doğrusal ivmeyi, jiroskop açısal hızı kaydeder; bu sinyaller sensör füzyonu algoritmalarıyla birleştirilerek sensörün yönelimi tahmin edilir. Ölçüm, sensörün bağlı olduğu cilt yüzeyinin hareketine aittir; vertebral segmentlerin hareketi veya disk içi yük doğrudan ölçülmez. Jiroskop sinyalinin zaman içinde integrasyonu sürüklenmeye, ortamdaki manyetik bozulmalar ise yönelim tahmininde hataya yol açabilir. IMU temelli ViMove sisteminin lomber bölge eğim hareketini ölçme geçerliğini optik hareket yakalama (Vicon) ile karşılaştıran çalışmada (18 bel ağrılı, 16 ağrısız birey), %95 uyum sınırları fleksiyonda −3,86° ile 4,69°, ekstansiyonda −2,15° ile 1,91°, sağ lateral fleksiyonda −2,37° ile 2,05° ve sol lateral fleksiyonda −3,11° ile 2,96° arasında bulunmuştur. Yazarlar bu düzeyi ayakta, sagittal ve koronal düzlemdeki hareketler için klinik açıdan kabul edilebilir bulmuş; daha karmaşık üç boyutlu fonksiyonel hareketler ve tedaviye bağlı hareket değişimleri için ek araştırma gerektiğini belirtmiştir (Mjøsund et al., 2017).

Gerinim sensörü temelli sistemler ve giysiye entegre esnek sensörler, deformasyona bağlı elektriksel değişimden segment açısını tahmin eder. Suter et al. (2020), taşınabilir bir gerinim sensörü sistemini fonksiyonel aktiviteler sırasında hareket yakalama sistemiyle karşılaştırmış ve güvenilirliğini incelemiştir. Giysinin vücuda uyumu, cilt kayması ve sensörün yeniden yerleştirilmesi

sinyalin anlamını değiştirebileceğinden, bu sistemlerde elde edilen bulgular görev ve popülasyondan bağımsız genellenemez. Yüzeyel elektromiyografi, yüzeye yakın kasların elektriksel aktivitesini yansıtır; derin kasların aktivitesini ve kas kuvvetini doğrudan göstermez, sonuçlar elektrot konumu, cilt hazırlığı ve normalizasyon yönteminden etkilenir. Bilek veya kalça düzeyinde ölçülen adım sayısı ve hareketli süre gibi aktivite göstergeleri günlük davranışı yansıtır; ancak lomber hareket kontrolünü temsil ettiği kabul edilmemelidir.

Ölçüm özellikleri ve gerçek yaşam verisinin yorumu

Geçerlik, ölçümün hedeflenen değişkeni ne ölçüde temsil ettiğini; güvenilirlik, tekrarlı ölçümlerdeki tutarlılığı ifade eder. İkisi birbirinden bağımsızdır: tutarlı sonuç veren bir sistem, referans yönteme göre sistematik sapma gösterebilir. Yöntem karşılaştırma çalışmalarında yüksek korelasyon uyumun kanıtı değildir; korelasyon ilişkinin gücünü ölçer, uyumu değil. Bu nedenle ortalama fark ve uyum sınırlarının raporlanması gerekir (Bland & Altman, 1986). Tekrar ölçüm güvenilirliğinde sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC) yaygın kullanılmakla birlikte on farklı biçimi bulunur ve kullanılan biçimin belirtilmesi zorunludur; Koo & Li (2016) 0,50'nin altındaki değerleri zayıf, 0,50–0,75 arasını orta, 0,75–0,90 arasını iyi ve 0,90'ın üzerini mükemmel güvenilirlik olarak yorumlamayı önermektedir. Bireysel hasta düzeyinde yorum için ise ICC yeterli değildir; ölçümün standart hatası ve saptanabilir en küçük değişim de bildirilmelidir.

Uyum sınırlarının büyüklüğü klinik yoruma doğrudan yansır. Mjøsund et al. (2017) tarafından bildirilen sınırlar birkaç derece düzeyindedir; bu büyüklüğe yakın bir değişim, hareketteki gerçek bir değişiklik olarak değil, ölçüm belirsizliği içinde değerlendirilmelidir. Üstelik bu sınırlar yalnızca incelenen standart ayakta eğim hareketleri için geçerlidir; yük kaldırma gibi karmaşık

görevler için doğrulama göreve özgü olarak yapılmalıdır. Simpson et al. (2019), mevcut cihazların klinik ortamda postürü iyi doğrulukla değerlendirebildiğini bildirmekle birlikte, doğrulama verisinin sınırlı olduğunu, postür düzeltmeye etkisini gösteren çalışma bulunmadığını ve anlamlı bir maliyet analizi yapılmadığını belirtmektedir.

Ölçüm değişiminin klinik anlamlılığı ayrı bir sorudur. Bel ağrısı sonuç ölçümlerinde, başlangıca göre %30'luk değişim bireysel hasta için klinik açıdan anlamlı iyileşme olarak kabul edilebilir (Ostelo et al., 2008). Bu bölümde incelenen kaynaklarda sensör değişkenleri için eşdeğer, doğrulanmış klinik anlamlılık eşikleri bildirilmemiştir; bu durum, sensör kaynaklı değişimlerin ağrı ve işlev gibi hasta bildirimli sonuçlarla birlikte yorumlanması gerektiğini pekiştirir.

Laboratuvarda görevler standartlaştırılabilir; günlük yaşamda ise hareketin amacı, taşınan yük ve ortam değişir. Kaydedilen bir eğilme açısı, kişinin ne yaptığını ve o sırada ağrı hissedip hissetmediğini tek başına açıklamaz. Ayrıca izlendiğini bilmek davranışı değiştirebilir: araştırmaya katılmanın incelenen davranışı etkilediği gösterilmiş olmakla birlikte, bu etkilerin koşulları, mekanizmaları ve büyüklükleri hakkında güvenilir bilgi sınırlıdır (McCambridge et al., 2014). Klinik uygulamada ilk kayıt döneminin olağan davranışı temsil ettiği varsayılmamalı; farklı günlerden veri alınmalı, kullanım süresi ve semptom günlüğü birlikte kaydedilmelidir.

Biyogeribildirim ve hareket öğrenimi

Sensör temelli biyogeribildirim, kişinin hareketine ilişkin bilginin görsel, işitsel veya titreşimli uyarılarla anlık olarak sunulmasıdır. Matheve et al. (2018), sağlıklı bireyleri ve kronik bel ağrılı hastaları kapsayan randomize kontrollü çalışmada, sensör temelli geri bildirimin lumbopelvik hareket kontrol performansını

geliştirmede ayna geri bildirimi ve geri bildirimsizlikten daha etkili olduğunu bildirmiştir (her iki karşılaştırmada $p < 0,0001$). Etki kısa vadede gösterilmiştir; çalışmanın temel sonucu hareket kontrol performansına ilişkindir ve uzun dönemli öğrenme, ağrı azalması ya da günlük yaşamda kalıcı davranış değişimi bu çalışmadan çıkarılamaz.

Klinik kullanımda uyarı eşikleri hastanın değerlendirmesine ve görevin amacına göre belirlenmeli, cihazın varsayılan açısı evrensel bir sınır olarak kabul edilmemelidir. Geri bildirimin aşamalı azaltılması ve cihazsız görev performansının ayrıca izlenmesi, kazanımın cihaza bağımlılığa dönüşüp dönüşmediğini değerlendirmek için gerekçelidir. Bu öneri motor öğrenme ilkelerine dayanan bir akıl yürütmedir; sensör geri bildirimi için bu protokolleri karşılaştıran klinik bir çalışma bu bölümde incelenen kaynaklar arasında yer almamaktadır.

Kronik bel ağrısında klinik etkililik kanıtı

Hareket sensörü biyogeribildiriminin klinik sonuçlar üzerindeki etkisine ilişkin kanıt az sayıda çalışmaya dayanmaktadır (Tablo 2). Kent et al. (2015), subakut veya kronik bel ağrılı bireylerde 10 haftalık süreçte 6–8 seansla uygulanan hareket sensörü biyogeribildirimini rehber temelli bakımla karşılaştıran çok merkezli, küme randomize, plasebo kontrollü bir pilot çalışma yürütmüş; ağrı ve aktivite kısıtlılığında anlamlı ve tedavi sonrasında da süren iyileşme bildirmiştir. Çalışmanın pilot tasarımı ve yazarların da belirttiği üzere uygulama yaklaşımının çalışma sürecinde gelişmiş olması nedeniyle bu sonuç kesin etkililik kanıtı olarak değerlendirilemez.

Tablo 2. Sensör temelli geri bildirimin klinik sonuçlarını inceleyen başlıca çalışmalar

Çalışma	Tasarım ve örneklem	Karşılaştırma	Başlıca bulgu
Matheve et al. (2018)	Randomize kontrollü çalışma; sağlıklı bireyler ve kronik bel ağrılı hastalar	Sensör geri bildirimi, ayna geri bildirimi, geri bildirimsiz	Hareket kontrol performansında sensör grubu üstün (her iki karşılaştırmada $p < 0,0001$); kısa vadeli etki
Kent et al. (2015)	Çok merkezli, küme randomize, plasebo kontrollü pilot; subakut veya kronik bel ağrısı	Hareket sensörü biyogeribildirimi (10 haftada 6–8 seans) ve rehber temelli bakım	Ağrı ve aktivite kısıtlılığında anlamlı, sürdürülen iyileşme bildirilmiştir; pilot sonuç
Kent et al. (2023)	Üç kollu, randomize kontrollü faz 3 çalışma; 20 klinik, 492 katılımcı (RESTORE)	BFT, BFT ve biyogeribildirim, olağan bakım	13. haftada RMDQ'da olağan bakıma göre ortalama fark −4,6 (her iki BFT kolu); 52. haftada benzer
Hancock et al. (2025)	RESTORE'un 3 yıllık izlemi; 312/492 (%63) takibi tamamladı	BFT, BFT ve biyogeribildirim, olağan bakım	Ortalama fark −3,5 (BFT) ve −4,1 (BFT ve biyogeribildirim); BFT kolları arasında fark küçük ve anlamsız

Kaynak: Matheve et al. (2018), Kent et al. (2015, 2023) ve Hancock et al. (2025) kaynaklarından yazar tarafından derlenmiştir. RMDQ: Roland-Morris Özürlülük Anketi (0–24); BFT: bilişsel fonksiyonel terapi; GA: güven aralığı.

Bu bulguyu sınamak üzere tasarlanan RESTORE çalışmasında, Avustralya'da 20 birinci basamak fizyoterapi kliniğinde, üç aydan uzun süredir bel ağrısı olan ve en az orta düzeyde aktivite kısıtlılığı bulunan 492 yetişkin; olağan bakım, bilişsel fonksiyonel terapi (BFT) ya da sensör biyogeribildirimi eklenmiş BFT gruplarına randomize edilmiştir (Kent et al., 2023). BFT, bireyin ağrısını kendi bağlamında anlamlandırmasını ve kişisel

olarak anlamlı hedeflerle uyumlu, bireyselleştirilmiş bir yönetim planı geliştirmesini amaçlayan; davranışsal psikoloji ve nörobilime dayanan bütünleşik bir yaklaşımdır (O'Sullivan et al., 2018). Birincil sonlanım noktası olan 13. haftada Roland-Morris Özürlülük Anketi (RMDQ) ile ölçülen aktivite kısıtlılığı, her iki BFT grubunda olağan bakıma göre azalmıştır (yalnız BFT için ortalama fark −4,6, %95 güven aralığı [GA] −5,9 ile −3,4; BFT ve biyogeribildirim için −4,6, %95 GA −5,8 ile −3,3); etki büyüklükleri 52. haftada benzer kalmıştır (Kent et al., 2023). İki BFT kolunun olağan bakıma göre ortalama farklarının aynı olması, sensör eklenmesinin ek bir yarar sağladığına dair kanıt elde edilemediğini gösterir.

Üç yıllık izlemde (Hancock et al., 2025) BFT (ortalama fark −3,5; %95 GA −4,9 ile −2,0) ve BFT ile biyogeribildirim (−4,1; %95 GA −5,6 ile −2,6) gruplarının her ikisi olağan bakıma göre aktivite kısıtlılığını azaltmada daha etkili bulunmuş; iki BFT kolu arasındaki fark küçük ve istatistiksel olarak anlamsız kalmıştır. Özgün protokolün yalnızca bir yıllık takip öngördüğü, 492 katılımcıdan 312'sinin (%63) üç yıllık takibi tamamladığı, katılımcıların ve klinisyenlerin körlenemediği ve sonuçların öz bildirime dayandığı da bu izlemin sınırlılıkları olarak not edilmelidir. Ostelo et al. (2008) ölçütü, bu farkların başlangıç düzeyine göre klinik büyüklüğünün değerlendirilmesinde kullanılabilir.

Kanıt birlikte okunduğunda, sensör temelli geri bildirimin kısa vadede hareket kontrolü performansını geliştirebildiği (Matheve et al., 2018), pilot ölçekte ağrı ve işlevde olumlu sonuçlar bildirildiği (Kent et al., 2015), ancak daha büyük ve titiz tasarımlı RESTORE çalışmasında yararın BFT paketine ilişkin olduğu, sensörün ek katkısının gösterilemediği anlaşılmaktadır. Bu durum sensörlerin her kullanım amacında etkisiz olduğu anlamına gelmez; yalnızca incelenen tedaviye bu biçimde eklenmelerinin sonuçlarda üstünlük sağlamadığını gösterir. Ölçüm değeri, öğrenmeye katkı ve

hasta açısından klinik yarar ayrı sorulardır ve her biri kendi tasarımıyla sınanmalıdır.

Servikal ve torakal omurgada kullanım

Bu bölümde ele alınan klinik etkililik kanıtı lomber bölge ve bel ağrısına aittir; servikal ve torakal omurgada giyilebilir sistemlerin klinik sonuçlara etkisi için bu derlemede doğrulanmış bir kanıta dayanılmamıştır. Ölçüm ilkeleri bu bölgelerde de geçerlidir: baş üzerindeki tek sensör başın uzaydaki yönelimini verir ve boyun hareketini gövdeden ayırmak için ek bir referans gerektirir; torakal bölgede yüzey sensöründen elde edilen eğim radyografik kifoz ölçümünün yerine geçmez. Bel ağrısı bulguları boyun ağrısına doğrudan genellenmemelidir.

Egzersiz, telerehabilitasyon ve iş sağlığı

Ev egzersizlerinde sensörler tekrar sayısı, süre ve belirli hareket özellikleri hakkında bilgi sağlayabilir; ancak otomatik tekrar sayımı egzersizin doğru ve uygun yapıldığını göstermez, semptom yanıtı ve hasta deneyimi ayrıca izlenmelidir. Gerçek zamanlı telerehabilitasyonun kas-iskelet sistemi bozukluklarında fiziksel işlev ve ağrı açısından geleneksel sunumla karşılaştırılabilir olduğunu bildiren bir sistematik derleme ve meta-analiz bulunmaktadır (Cottrell et al., 2017; 13 çalışma, n = 1520); ancak bu bulgu sensör destekli sistemlere özgü değildir. Uzaktan izlemde cihazın doğru yerleştirilmesi temel koşuldur; veri aktarımının olmaması ise kişinin egzersiz yapmadığı anlamına gelmez, önce bağlantı ve kullanım sorunları araştırılmalıdır.

İş sağlığı ve güvenliği, giyilebilir sensörler için önerilen kullanım alanları arasında yer almaktadır (Simpson et al., 2019); ancak Dünya Sağlık Örgütü rehberi iş yeri müdahalelerini kapsam dışı bırakmıştır (World Health Organization, 2023) ve bu bölümde bu alan için klinik etkililik kanıtı sunulmamaktadır. Omurgaya binen mekanik yük açıdan başka dış yükün büyüklüğünden, yükün vücuda

uzaklığından ve hareket hızından da etkilenir; kaydedilen eğilme süresi doğrudan yaralanma olasılığı olarak sunulmamalıdır. Verilerin eğitim ve çalışma koşullarının iyileştirilmesi amacıyla kullanılması, performans değerlendirmesine dönüştürülmesinin ise katılımın gönüllülüğünü ve veri doğruluğunu etkileyebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Klinik karar süreci ve örnek uygulama

Karar süreci, yanıt aranacak sorunun belirlenmesiyle başlar: amaç günlük yürüyüşü artırmak mı, belirli bir egzersizde lumbopelvik hareketi değerlendirmek mi, yoksa çalışma görevini incelemek mi? İkinci adımda seçilen cihazın bu değişken, görev ve hasta grubu için doğrulanıp doğrulanmadığı sorgulanmalıdır. Başlangıç kaydı standart bir görev ve mümkünse olağan günlük yaşamdan bir örnek içermeli, ağrı ve işlev sonuçları aynı dönemde toplanmalıdır. Hedef hastayla birlikte belirlenmeli ve sensörün bu hedefe hangi yolla katkı sağlayacağı açıklanmalıdır. İzlemde görev koşulları korunmalı, ölçüm değişimi ölçüm hatasıyla karşılaştırılmalı ve işlevsel kazanım ayrıca değerlendirilmelidir. Cihaz hedeflenen kararı desteklemiyorsa, kullanımı aşırı yük oluşturuyorsa ya da hastanın hareketten kaçınmasını artırıyorsa kullanım planı yeniden düzenlenmelidir.

Aşağıdaki öğretici senaryo bir araştırma sonucu değildir. Kronik bel ağrısı olan bir kişi, uzun süre bilgisayar başında çalıştıktan sonra rahatsızlığının arttığını ve gün içinde hareket etmeye zaman ayıramadığını bildirmektedir. Değerlendirme sorusu, belirli bir açının düzeltilmesinden önce çalışma davranışının ve hareket fırsatlarının anlaşılmasıdır. Başlangıçta çalışma aralıkları, kısa yürüyüşler ve semptom değişimi etkinlik günlüğüyle birlikte kaydedilir; hasta ve fizyoterapist uzun hareketsizlik dönemlerini tartışarak iş akışına uygun hareket araları ve kademeli egzersiz hedefleri belirler. İzlemde başarı ölçütü daha az uyarı ya da daha

küçük bir eğilme açısı değil; çalışma toleransı, aktiviteye katılım ve harekete ilişkin güvendir. Sensör, değerlendirme ve öz yönetimi destekleyen geçici bir araç olarak kullanılır; gereksinim azaldığında cihazsız sürdürülebilen kazanımlar gözden geçirilir.

Veri yönetişimi, etik ve yapay zekâ

Omurga hareketi ve aktivite kayıtları kişinin günlük alışkanlıkları hakkında ayrıntılı bilgi içerir. Türkiye'de sağlık verileri 6698 sayılı Kanun kapsamında özel nitelikli kişisel veri olarak düzenlenmektedir (Kişisel Verilerin Korunması Kanunu, 2016). 2024 tarihli değişiklikle (Ceza Muhakemesi Kanunu ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, 2024) özel nitelikli verilerin işlenme şartları genişletilmiş, ancak bu verilerin kapsamı değişmemiş ve Kişisel Verileri Koruma Kurulu'nun öngördüğü ek güvenlik önlemleri sürmüştür. Klinik uygulamada veri toplamanın amacı, saklama süresi ve erişim yetkileri açıkça tanımlanmalı; tedavi, araştırma ve ticari kullanım ayrı amaçlar olarak ele alınmalı ve kişi bunları anlayabilmelidir. Bu bölüm hukuki görüş niteliği taşımaz; güncel yükümlülükler kurum hukuk birimiyle doğrulanmalıdır.

Kullanılabilirlik cihazın hafifliğiyle sınırlı değildir; dijital beceri, görme ve işitme durumu, cihazı takabilme ve internet erişimi sürdürülebilirliği etkiler. Maliyet hesabı satın alma bedeline ek olarak eğitimi, yazılımı, teknik desteği ve klinisyenin veri inceleme süresini içermelidir; anlamlı maliyet analizlerinin bulunmaması (Simpson et al., 2019) karar vericilerin elindeki kanıtı da zayıflatmaktadır. Teknolojiye erişemeyen hastalara eşdeğer bakım seçenekleri sunulmalı, dijital araç kullanamamak rehabilitasyona katılımın önünde yeni bir engel oluşturmamalıdır.

Sensör kayıtlarının otomatik sınıflandırılması klinisyenin inceleme yükünü azaltabilir; ancak bir algoritmanın belirli bir veri kümesinde hareketi tanıması, yeni hastalarda aynı doğruluğu

göstereceği anlamına gelmez. Aynı kişiye ait kayıtların hem eğitim hem test kümesinde bulunduğu kayıt bazlı çapraz doğrulama, doğruluğu önemli ölçüde olduğundan yüksek gösterebilir; yeni bireylere genellenebilirliği yansıtan yöntem kişi bazlı çapraz doğrulamadır ve giyilebilir sensörlerle klinik tahmin yapan çalışmaların yaklaşık yarısında yanlış yöntemin kullanıldığı bildirilmiştir (Saeb et al., 2017).

Sınırlılıklar ve araştırma öncelikleri

Bu bölümün sınırlılıkları açıktır: literatür taraması sistematik değildir, atıf yapılan kaynak sayısı sınırlıdır, bazı teknik ifadeler ölçüm ilkelerine dayanır. Klinik etkililik kanıtı ağırlıklı olarak tek bir araştırma grubunun çalışmalarına ve kronik bel ağrısına dayanmaktadır.

Öncelikli araştırma alanları şunlardır: göreve ve hasta grubuna özgü doğrulama, sensör değişkenleri için klinik anlamlılık eşikleri, sensör eklenen ve eklenmeyen aynı tedavilerin doğrudan karşılaştırılması, uzun dönemli öğrenme ve günlük yaşama aktarım, kullanım yükü ve maliyet, servikal ve torakal bölgelerde klinik sonuç çalışmaları ve farklı yaş gruplarında kullanılabilirlik. RESTORE bulguları, teknolojik yeniliğin klinik üstünlükle eş anlamlı olmadığını hatırlatmaktadır.

Sonuç

Giyilebilir teknolojiler, omurga hareketini ve günlük aktiviteyi klinik ortamın dışına taşıyarak değerlendirme olanaklarını genişletmektedir. Mevcut kanıt, bazı sistemlerin belirli görevlerde kabul edilebilir ölçüm uyumu sağlayabildiğini ve sensör geri bildiriminin kısa vadede hareket kontrolünü geliştirebildiğini göstermektedir; buna karşılık sensör eklenmesinin kronik bel ağrısında BFT'ye ek klinik yarar sağladığı gösterilememiştir. Ölçüm doğruluğu, hareket öğrenimi ve klinik etkililik farklı kanıt düzeyleri gerektirir ve birbirinin yerine kullanılamaz.

Omurga sağlığında teknoloji kullanımının amacı, kişiyi sürekli izlemek veya tek bir duruşa yönlendirmek değil, anlamlı işlevsel hedefleri desteklemek olmalıdır. Fizyoterapistin görevi, sensör çıktısını muayene, hasta deneyimi ve günlük yaşam bağlamıyla birleştirmektir. Teknolojinin değeri, ürettiği veri miktarıyla değil, daha iyi klinik karara ve sürdürülebilir işlevsel kazanıma katkısıyla değerlendirilmelidir.

Kaynakça/References

Bland, J. M., & Altman, D. G. (1986). Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *The Lancet, 327*(8476), 307–310. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(86)90837-8

Ceza Muhakemesi Kanunu ile Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılmasına Dair Kanun, Kanun No. 7499. (2024, 12 Mart). *Resmî Gazete* (Sayı 32487). https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.7499.pdf

Cottrell, M. A., Galea, O. A., O'Leary, S. P., Hill, A. J., & Russell, T. G. (2017). Real-time telerehabilitation for the treatment of musculoskeletal conditions is effective and comparable to standard practice: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation, 31*(5), 625–638. https://doi.org/10.1177/0269215516645148

GBD 2021 Low Back Pain Collaborators. (2023). Global, regional, and national burden of low back pain, 1990–2020, its attributable risk factors, and projections to 2050: A systematic analysis of the Global Burden of Disease Study 2021. *The Lancet Rheumatology, 5*(6), e316–e329. https://doi.org/10.1016/S2665-9913(23)00098-X

Hancock, M., Smith, A., O'Sullivan, P., Schütze, R., Caneiro, J. P., Laird, R., O'Sullivan, K., Hartvigsen, J., Campbell, A., Wareham, D., Chang, R., & Kent, P. (2025). Cognitive functional therapy with or without movement sensor biofeedback versus usual care for chronic, disabling low back pain (RESTORE): 3-year follow-up of a randomised, controlled trial. *The Lancet Rheumatology, 7*(11), e789–e798. https://doi.org/10.1016/S2665-9913(25)00135-3

Hartvigsen, J., Hancock, M. J., Kongsted, A., Louw, Q., Ferreira, M. L., Genevay, S., Hoy, D., Karppinen, J., Pransky, G., Sieper, J., Smeets, R. J., & Underwood, M. (2018). What low back pain is and why we need to pay attention. *The Lancet, 391*(10137), 2356–2367. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)30480-X

Kent, P., Haines, T., O'Sullivan, P., Smith, A., Campbell, A., Schutze, R., Attwell, S., Caneiro, J. P., Laird, R., O'Sullivan, K., McGregor, A., Hartvigsen, J., Lee, D.-C. A., Vickery, A., Hancock, M., & RESTORE trial team. (2023). Cognitive functional therapy with or without movement sensor biofeedback versus usual care for chronic, disabling low back pain (RESTORE): A randomised, controlled, three-arm, parallel group, phase 3, clinical trial. *The Lancet, 401*(10391), 1866–1877. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(23)00441-5

Kent, P., Laird, R., & Haines, T. (2015). The effect of changing movement and posture using motion-sensor biofeedback, versus guidelines-based care, on the clinical outcomes of people with sub-acute or chronic low back pain—a multicentre, cluster-randomised, placebo-controlled, pilot trial. *BMC Musculoskeletal Disorders, 16*, 131. https://doi.org/10.1186/s12891-015-0591-5

Kişisel Verilerin Korunması Kanunu, Kanun No. 6698. (2016, 7 Nisan). *Resmî Gazete* (Sayı 29677). https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuatmetin/1.5.6698.pdf

Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine, 15*(2), 155–163. https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012

Laird, R. A., Gilbert, J., Kent, P., & Keating, J. L. (2014). Comparing lumbo-pelvic kinematics in people with and without back pain:

A systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders, 15*, 229. https://doi.org/10.1186/1471-2474-15-229

Matheve, T., Brumagne, S., Demoulin, C., & Timmermans, A. (2018). Sensor-based postural feedback is more effective than conventional feedback to improve lumbopelvic movement control in patients with chronic low back pain: A randomised controlled trial. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 15*, 85. https://doi.org/10.1186/s12984-018-0423-6

McCambridge, J., Witton, J., & Elbourne, D. R. (2014). Systematic review of the Hawthorne effect: New concepts are needed to study research participation effects. *Journal of Clinical Epidemiology, 67*(3), 267–277. https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2013.08.015

Mjøsund, H. L., Boyle, E., Kjaer, P., Mieritz, R. M., Skallgård, T., & Kent, P. (2017). Clinically acceptable agreement between the ViMove wireless motion sensor system and the Vicon motion capture system when measuring lumbar region inclination motion in the sagittal and coronal planes. *BMC Musculoskeletal Disorders, 18*, 124. https://doi.org/10.1186/s12891-017-1489-1

Ostelo, R. W. J. G., Deyo, R. A., Stratford, P., Waddell, G., Croft, P., Von Korff, M., Bouter, L. M., & de Vet, H. C. W. (2008). Interpreting change scores for pain and functional status in low back pain: Towards international consensus regarding minimal important change. *Spine, 33*(1), 90–94. https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31815e3a10

O'Sullivan, P. B., Caneiro, J. P., O'Keeffe, M., Smith, A., Dankaerts, W., Fersum, K., & O'Sullivan, K. (2018). Cognitive functional therapy: An integrated behavioral approach for the targeted management of disabling low back pain. *Physical Therapy, 98*(5), 408–423. https://doi.org/10.1093/ptj/pzy022

Papi, E., Koh, W. S., & McGregor, A. H. (2017). Wearable technology for spine movement assessment: A systematic review. *Journal of Biomechanics, 64*, 186–197. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2017.09.037

Saeb, S., Lonini, L., Jayaraman, A., Mohr, D. C., & Kording, K. P. (2017). The need to approximate the use-case in clinical machine learning. *GigaScience, 6*(5), Article gix019. https://doi.org/10.1093/gigascience/gix019

Simpson, L., Maharaj, M. M., & Mobbs, R. J. (2019). The role of wearables in spinal posture analysis: A systematic review. *BMC Musculoskeletal Disorders, 20*, 55. https://doi.org/10.1186/s12891-019-2430-6

Slater, D., Korakakis, V., O'Sullivan, P., Nolan, D., & O'Sullivan, K. (2019). "Sit up straight": Time to re-evaluate. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 49*(8), 562–564. https://doi.org/10.2519/jospt.2019.0610

Suter, M., Eichelberger, P., Frangi, J., Simonet, E., Baur, H., & Schmid, S. (2020). Measuring lumbar back motion during functional activities using a portable strain gauge sensor-based system: A comparative evaluation and reliability study. *Journal of Biomechanics, 100*, Article 109593. https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2019.109593

World Health Organization. (2023). *WHO guideline for non-surgical management of chronic primary low back pain in adults in primary and community care settings*. https://www.who.int/publications/i/item/9789240081789


BİDGE