

FİZYOTERAPİDE Güncel Yaklaşımlar

Editör
RECEP AKKAYA

BİDGE Yayınları

Fizyoterapide güncel yaklaşımlar

Editör: Prof. Dr. Recep AKKAYA

ISBN: 978-625-372-203-6

1. Baskı

Sayfa Düzeni: Gözde YÜCEL

Yayınlama Tarihi: 25.06.2024

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



ÖNSÖZ

Fizyoterapi ya da fizik tedavi; yaralanma, hastalık, travma ya da yaşlılık gibi nedenlerle eksilme gösteren fonksiyonel hareketleri geri kazandırma amaçlı yapılan; elektrik akımı, sıcak ya da soğuk uygulaması, egzersizler ya da çeşitli uygulamalarla hastaların tedavisine verilen isimdir. Fizyoterapi, Tıp Fakültesinden sonra fiziksel tıp ve rehabilitasyon uzmanlık eğitimini almış olan hekimlerce tanısı konmuş çok geniş hastalık durumlarını kapsar. Uzman hekim tarafından tanısı konmuş tedaviyi üniversitelerin Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü lisans programlarından mezun sağlık çalışanları (fizyoterapist) planlar ve uygular. Çağımızda fizyoterapi ile ilgili bilgi birikiminin artması, uygulama alanlarının çeşitliliği ve teknolojik gelişmeler ile fizyoterapinin içeriği ve kimliği de buna paralel olarak değişmiştir. Günümüzde teknolojik gelişmelerle birlikte fizyoterapide teknoloji ile bütünleşmiş farklı ve etkin fizyoterapi yöntemleri geliştirilmiştir. Ülkemizde fizyoterapinin kullanacağı yeterli Türkçe kaynak olmaması sebebi ile bu kitap ortaya çıkmıştır. Bu kaynak ile etkili ve verimli fizyoterapi uygulamalarının tam olarak yansıtılmasını sağlamaya çalışmaktayız. Buradan yola çıkarak, son yıllarda fizyoterapi alanında meydana gelen gelişmeler ışığında, Skapular Diskinezi, Değerlendirme ve Skapulanın Omuz Kompleksindeki Önemi, Lenfödem ve Fizyoterapotik Rehabilitasyon, Lumbal Bölge Patolojilerinde Değerlendirme Yöntemleri, Lumbal Bölge Patolojilerinin Rehabilitasyonunda Egzersiz Yaklaşımları, Aerobik ve Dirençli Egzersiz Eğitiminin Nöroplastisite Üzerine Etkisi, Serebral Palsili Yetişkinlerde Yaşam Kalitesi, Lumbal Disk Hernisinde Fizyoterapi ve Rehabilitasyon, Galaktik Sağlık: Uzayda Fizyoterapinin Rolü ve Geleceği ve Yaşlanmayı açıklayan biyolojik

mekanizmaların en önemlisi; Serbest Radikal teorisi konuları fizyoterapi açısından dünyadaki güncel gelişmeler ışığında yeniden ele alınarak Türkçe dilinde bir kitap oluşturulmuş siz değerli okurlarımızın beğenisine sunulmuştur.

"Fizyoterapide güncel yaklaşımlar" adlı kitap, fizyoterapi alanına giriş yapacak okuyucular için kapsamlı bir bilgi sunmaktadır. Bu nedenle kitabın bu alanda gelişecek olan lisans ve lisansüstü düzeyindeki öğrencilere ve meslektaşlarımıza fizyoterapiye ilgi duyan tüm okuyuculara Türkçe kaynak olarak faydalı olacağını ummaktayız. Kitabımızda emeği geçen yazarlarımıza teşekkür ediyor, her türlü desteği veren BİDGE YAYINLARI yayınevine şükranlarımızı sunuyoruz.

Editör

Prof. Dr. Recep AKKAYA

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	3
İÇİNDEKİLER	5
Skapular Diskinezi, Değerlendirme ve Skapulanın Omuz Kompleksindeki Önemi	7
Aslı ÖREN.....	7
Lenfödem ve Fizyoterapötik Rehabilitasyon	33
Elif Tuğçe ÇİL.....	33
Lumbal Bölge Patolojilerinde Değerlendirme Yöntemleri	62
İrem VALAMUR	62
Lumbal Bölge Patolojilerinin Rehabilitasyonunda Egzersiz Yaklaşımları	79
Mehmet CANLI.....	79
Anıl ÖZÜDOĞRU.....	79
Aerobik ve Dirençli Egzersiz Eğitiminin Nöroplastisite Üzerine Etkisi	95
Musa GÜNEŞ.....	95
Mustafa KAVAK.....	95
Lumbal Disk Hernisinde Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	123
Şafak KUZU	123
İrem VALAMUR	123
Galaktik Sağlık: Uzayda Fizyoterapinin Rolü ve Geleceği	141
Veysel Uludağ	141
Yaşlanmayı Açıklayan Biyolojik Mekanizmaların En Önemlisi; Serbest Radikal Teorisi	155
Birnur AKKAYA	155

Recep AKKAYA.....	155
Pes Planus ve Kanıta Dayalı Egzersiz Seçimi	164
Aslı ÖREN.....	164
Kas İskelet Sistemi Hastalıklarında Proloterapi.....	197
İlknur Topal Yarat	197
Aşıl Tendinopatisi	220
Muhammed Enes KARATAŞ	220
Current Stroke Rehabilitation Recommendations.....	228
Sevinç KÜLEKÇİOĞLU	228

BÖLÜM I

Skapular Diskinezi, Değerlendirme ve Skapulanın Omuz Kompleksindeki Önemi

Ash ÖREN¹

Giriş

Skapular diskinezi spesifik bir klinik tanı olmayıp omuz kompleksinde skapulahumeral ritimin optimal fonksiyon göremediği bozukluktur. Bu bozukluk, istirahat halinde veya dinamik hareketler sırasında izlenmektedir (UHL & SCIASCIA, 2009).

Omuz kompleksinin pozisyonu, stabilitesi ve hareket kabiliyeti; kas iskelet sisteminin fonksiyonel bütünlüğünü ve organizasyonunu etkilemektedir. Skapular diskinezi, bu bütünlüğünü olumsuz etkilediğinden çeşitli omuz problemleri ile

¹ Fzt., İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Malatya/Türkiye, Orcid: 0000-0002-5941-1619, fztaslioren@hotmail.com

ilişkilendirilmiştir (Gumina, Carbone, & Postacchini, 2009). Örneğin; rotator kılıf problemlerinin %68'inde, glenoid labrum problemlerinin %94'ünde ve glenohumeral instabilitesi olan bireylerin tamamında görüldüğü bildirilmiştir (Burkhart, Morgan, & Kibler, 2000).

Omuz kompleksi ve skapulanın rolü

Omuz kompleksi; glenohumeral, akromioklavikular, sternoklavikular ve skapulotorasik eklem olmak üzere dört eklemden oluşmaktadır. Omuz elevasyonu için dört eklemnin uyum içerisinde hareket etmesi gerekmektedir. Omuz elevasyonu, üç düzlemde gerçekleşen fleksiyon, abduksiyon ve skapular elevasyon hareketleridir (Wilk & ark., 2009).

Omuz kuşağında yer alan kaslar hareket ve stabilizasyondan sorumludur. Omuzun statik ve dinamik stabilizasyonu skapulotorasik kaslar (M. Pectoralis Minor, M.Rhomboideus, M. Levator Scapulae, M. Trapezius, M. Serratus Anterior) ve rotator kılıf kasları (M. Subskapularis, M. Supraspinatus, M. infraspinatus ve M. Teres Minör) tarafından sağlanmaktadır (Krishnan & Zeichner, 2004).

Üst ekstremitte kinetik zincirinde önemli bir role sahip olan skapula; anatomik olarak 2 ile 7. kostalar arasındadır. Skapulanın hareketleri; sagittal düzlemde anterior ve posterior yönde rotasyon, longitudinal eksen etrafında iç ve dış rotasyon, frontal düzlemde ise elevasyon ve depresyondur (Neumann, 2002). Retraksiyon hareketi sırasında skapulada; eksternal rotasyon, posterior tilt, yukarı rotasyon ve medial translasyon hareketlerinin kombinasyonu görölürken protraksiyonda ise internal rotasyon, anterior tilt, aşağı

rotasyon ve lateral translasyon hareketleri oluşmaktadır (Kibler, Sciascia & Wilkes, 2012).

Skapula, glenohumeral ve akromiyoklavikular eklemlerle bağlantılıdır (Cumhur, 2006; Kibler & Sciascia, 2010). Glenohumeral eklem (GH), glenoid fossa ve humerus başı arasında oluşmuş top-soket tipli bir eklemdir. Üç düzlemde harekete izin veren bu eklemin stabilizasyonu çevresindeki kuvvetli kas ve ligamentler ile sağlanmaktadır (Baltacı, 2013). Omuz kompleksindeki bir diğer eklem olan akromioklavikular eklem ise akromiyonun medial kenarı ile klavikulanın distal ucu arasında yer almaktadır. Omuz elevasyonunun ilk 20° ve son 40°'de bu eklemden ortalama 20°'lik rotasyon hareketi oluşur. Üst ekstremitenin gövdeyle bağlantısı ise sternoklavikular eklem tarafından sağlanır (Lazaro, 2005).

Fonksiyonel omuz hareketleri, glenohumeral ve skapulotorasik eklemler arasında paylaşılmaktadır (Neumann, 2002). Gerçek bir eklem olmayan skapulotorasik eklem, fonksiyonel bir eklem olarak kabul edilmektedir. Çünkü; skapulanın torakal duvardaki hareketliliği, glenohumeral eklemin hareket açıklığı üzerinde etkili olur (Baltacı, 2013). Skapula ile humerus arasında genel olarak 1:2 oranında ifade edilen koordineli bir hareket kombinasyonu vardır ve *skapulahumeral ritim* (SHR) olarak adlandırılır. Örneğin; hareketin 15 derecesinin 5 derecesi skapulotorasik eklem, 10 derecesi ise glenohumeral eklem tarafından gerçekleştirilir (Lippert & ark., 2006). Bu sayede glenoid fossa ve humeral baş arasında uyum artar, omuzu stabilize edici yapılar korunur, etkili bir şekilde kuvvet ve yük aktarımı sağlanır ve omuz fonksiyonları optimize edilmiş olur (Kibler, Sciascia & Wilkes,

2012). Aksi takdirde skapulahumeral ritimdeki değişiklikler kol fonksiyonlarını olumsuz etkiler ve yaralanma riski artar (Kibler & ark., 2023). Skapula ve kol (humerus) hareketlerinin fazlarına göre bu oran 1:1 ile 1:4 arasında değişmektedir. Kol hareketi ile birlikte skapular hareket, dört aşamaya ayrılabilir:

Birinci aşama 0° ve 30° arasındaki kol elevasyonunda skapula ayarlanmasını içerir. Bu daha sonraki kol hareketlerinin optimizasyonu için skapulanın toraks üzerindeki ilk yerleşimini oluşturur. Hareket için aktive olan birinci kas, serratus anteriordur. Burada SHR oranı 1:4'tür ve hareket büyük ölçüde GH eklemedir.

İkinci aşama 30° ile 100° arasındaki kol elevasyonu sırasında olur, GH ve skapulotorasik eklemler aynı anda hareket eder. Hareket sırasında birincil aktive olan kas serratus anteriordur. Stabilizasyon ve kontrol için ise trapez kası görev almaktadır. Kişi omzunu hareket ettirirken SHR gözlemlenebilir ve medial skapula- omurga baz alınarak değerlendirilebilir. SHR oranı 1:1'dir.

Üçüncü aşama, 100° ve üzeri kol elevasyonu daha çok klavikulanın uzun eksenini boyunca rotasyonla beraber yapılır. Rotasyonda serratus anterior ve trapez kaslarının rolü yine önemlidir. Korakoklaviküler ve akromioklaviküler ligamentler ise rotasyona yardımcı olan döndürücü kuvveti sağlar. Anlık dönme merkezi klavikula boyunca akromioklaviküler ekleme doğru hareket eder.

Dördüncü aşama ise 100° ve üzeri kol elevasyonunda skapulanın glenohumeral fonksiyon için dinamik stabil kontrolünü ifade eder. Bu aşamada skapula; dış rotasyon, posterior tilt ve yukarı rotasyon hareketlerini yapmaktadır (Kibler & ark., 2023).

Omuz kompleksi ve kuvvet çiftleri

Rotator kılıf kasları tarafından oluşturulan kuvvet çiftleri, omuz ekleminin stabilizasyonuna katkı sağlamaktadır. Kuvvet çiftleri eşit ve zıt yönde hareket uygularlar, böylelikle GH ekleminde dengeli hareket ortaya çıkmaktadır. GH eklemin kuvvet çiftleri transvers planda subskapularis ile infraspinatus ve teres minör; koronal planda ise deltoid ile infraspinatus ve teres minör kaslarıdır (Demirhan & Goksan, 1993).

Skapulotorasik eklemin kuvvet çifti ise serratus anterior kası ile trapez kasının üst lifleridir (Diamond, 1995). Serratus anterior tek başına skapulanın protraktraksiyonunu sağlamaktadır. Trapez kası ile oluşturduğu kuvvet çifti ile kol elevasyonu sırasında birlikte çalışırlar (Fu & Stone, 2001). Kol elevasyonunda skapulada yukarı rotasyon, posterior tilt ve eksternal rotasyon hareketleri oluşurken klavikulada elevasyon ve retraksiyon oluşmaktadır (Kibler, Sciascia & Wilkes, 2012). Trapez kasının üst lifleri ve levator skapula birlikte skapulanın yukarı kaldırılmasına yardımcı olur (Krishnan & Zeichner, 2004). Elevasyon sırasında rotator manşet kaslarının temel görevi dinamik stabilizasyon sağlamaktır. GH eklem fleksiyonunda deltoid kasının anterior parçası, korakobrakialis ve biceps braki kasının uzun başı akitftir. İlk 15°'lik abdüksiyon hareketi supraspinatus tarafından başlatılır ancak omuz abdüksiyonunun olduğu her durumda aktiftir. Hareketin devamında deltoidin lateral parçası rol almaktadır. Kolun 90°den fazla elevasyonunda alt trapez kası skapuladaki rotasyon hareketini artırırken serratus anterior kası, skapulanın medial kenarını toraksa sabitlemektedir (Reinold, Escamilla & Wilk, 2009). Rhomboid kaslar ise skapulanın medial-

lateral translasyonunu kontrol etmektedir (Kibler, Sciascia & Wilkes, 2012).

Trapez kasının orta parçası ile rhomboid kaslar ise birlikte skapulanın addüksiyonunda rol oynarlar (Krishnan & Zeichner, 2004). Romboid kaslar skapulayı yukarıya ve içe çekerek addüksiyon ve elevasyon yönünde hareket sağlar. Bu kaslar skapulanın inferior açısını serratus anterior kasının etkisine karşın zıt yönde döndürmede önem taşır ve böylelikle stabilizasyon sağlanır. Skapulanın depresyon hareketinde ise trapez kasının alt parçası, pektoralis majör ve latissimus dorsinin birlikte etkisi vardır (Cumhur, 2006).

Skapular Diskinezi

Skapular diskinezi, skapulanın pozisyonu ve hareketlerindeki bozukluğu ifade etmektedir (McClure, Greenberg, & Kareha, 2012). Değerlendirme yöntemlerinin farklı olması ve hedef popülasyondaki farklılıklar nedeniyle yaygınlığı net olarak bilinmemektedir (Burn & ark., 2016).

Diskinezide ifade edilen belirtiler; skapulanın medial kenarının veya inferioromedial kısmının belirginliği, humerus elevasyonu esnasında skapulanın erken eleve olması veya humerusun aşağı indirilmesiyle birlikte skapuladaki hızlı aşağı rotasyon hareketi sayılabilmektedir (Kibler & Sciascia, 2010; McClure, Greenberg & Kareha, 2012; Uhl & ark., 2009). Skapular diskinezinin klinik belirtisi protraksiyondur (Moore-Reed & ark., 2014). Protraksiyon postürüyle ilişkili olsun ya da olmasın protraksiyon, elverişsiz bir postür kabul edilir. Bu nedenle statik ve

dinamik retraksiyon hareketinin geri kazanılması önemli olmaktadır (Kibler & ark., 2023).

Skapular diskineziye sebep olabilecek birçok faktörden bahsedilmektedir; en çok yumuşak doku (pektoralis minör, üst trapez, lastissimus dorsi, biceps kaslarının veya posterior GH kapsül gerginliği, serratus anterior kası ve alt trapez kas kuvvetinin azalması, alt trapez kasının geç aktivasyonu) problemleri olmak üzere, kemik (klavikula kırığı, glenoid kırığı, nonunion, malunion), eklem (akromioklavikular veya GH instabilite ve artrozisi), nörolojik (servikal radikülopati, torasikus longus, skapula dorsalis ve spinal aksesuar sinir yaralanmaları) ve kinetik zincir (kalça, alt ekstremite, gövdenin proksimal kas grubu zayıflığı) kaynaklı olabilmektedir (Reuther & ark., 2015).

Skapular diskinezinin; subakromial aralığı daralttığı, impingement riskini artırdığı, rototor manşet kas kuvvetini azalttığı, anterior glenohumeral ligamentlerde gerginliği artırdığı (Kibler & ark., 2013); ayrıca eklem fonksiyonunu olumsuz etkilediği ve aşırı kullanımla ilişkili tendon yaralanmalarına neden olduğu belirtilmiştir (Reuther & ark., 2015).

Skapular Diskinezi Tipleri

Tip 1: Sıklıkla pektoralis majör/minör kas esneklik kaybı ve alt trapezius ve serratus anterior kas kuvvet kaybı ile ilişkilidir. Skapulada artmış anterior tilt ve inferior medial kenarının kanatlaşması görülür. Dinlenme pozisyonunda çıkıntılı olan skapulanın inferior köşesi, kol elevasyonu sırasında dorsale doğru hareket eder. Horizontal planda rotasyon eksenini vardır.

Tip 2: Dinlenme pozisyonunda skapulanın medial kenarının tamamı dorsale doğru çıkıntılı olup kol hareketi sırasında skapulanın medial kenarı toraksın dorseline doğru hareket eder. Skapuladaki kanatlı görünüm skapulanın aşırı internal rotasyonu ile ilgilidir. Frontal planda vertikale doğru hareket eksenidir.

Tip 3: Dinlenme pozisyonundayken skapula anteriora doğru yer değiştirmiştir ve superior kenarı bir miktar elevedir. Hareketin başlangıcında omuz silkme görülürken kol hareketi sırasında tam bir skapular kanatlaşma olmaz. Sagittal planda hareket eksenidir.

Tip 4: Skapulotorasik ritim normal paternde simetrik görülür. Kol hareketi sırasında skapulalar simetrik olarak yukarı rotasyon yapar, skapulanın medial kenarı torasik duvar ile aynı hizada kalır ve inferior köşesi orta hattan laterale doğru uzaklaşır (Williams, Holleman & Simel, 1995).

Skapular Diskinezi Değerlendirmenin Önemi

Skapulanın bozulan kinematiği en çok subakromial sıkışma sendromu, rotator kılıf yaralanmaları ve baş üstü aktivite gösteren sporcu problemlerinde araştırma konusu olmuştur (Hébert & ark., 2002; Russ Paine & Michael L Voight, 2013; Warner & ark., 1992). Bu problemler dışında omuz instabilitesi, adheziv kapsülit, glenohumeral eklem sertliği üzerine ise daha az sayıda araştırma yapılmıştır (Hébert & ark., 2002). Rotator manşeti ilgilendiren kas zayıflığı, tendinopati, yırtık problemlerinde veya subakromial sıkışma sendromunda skapular kinematiğin değiştiği gösterilmiştir (Kibler, Sciascia & Wilkes, 2012).

Optimal bir skapular fonksiyon, fonksiyonel omuz hareketlerinin temel bileşeni olduğundan bağlantılı olduğu yapıların değerlendirilmesi önemlidir. Skapular diskinezi; omuz çevresi kas kuvveti, kas aktivasyonu ve fonksiyonu ile ilişkilidir (Kibler, Sciascia & Wilkes, 2012). Örneğin; skapula ile bağlantısı nedeniyle skapulahumeral ve skapulotorasik hareketlerde bozukluklar gözlenmektedir (McClure, Greenberg & Kareha, 2012) ve bu yapılarla ilişkili kaslardaki kuvvet kaybının diskineziye sebep olabileceği belirtilmiştir (Kibler, Sciascia & Wilkes, 2012; Paine & Voight 2013; Reinold, Escamilla & Wilk, 2009). Bu duruma örnek olarak, serratus anterior kasının zayıflaması sonucunda skapulada posterior tilt ve yukarı rotasyon hareketlerinin azaldığı görülmüştür (Kibler, Sciascia & Wilkes, 2012; Kibler & ark., 2013). Eksternal rotatör kas yorgunluğu da skapulanın normal hareketini etkileyebildiği (Ebaugh, McClure & Karduna, 2006; Kibler & ark., 2013), aşırı aktif olan bir üst trapezin, alt trapez ve serratus anteriorun azalmış kontrolüyle birlikte anormal skapular hareketlere neden olabileceği belirtilmektedir (McClure & ark., 2009). Ayrıca pektoralis minör kasının ve biceps kasının uzun başındaki kısalığın/esneklik kaybının skapulada anterior tilt ve protraksiyona neden olabileceği (Kibler, Sciascia & Wilkes, 2012; Kibler & ark., 2013) ve skapulada aşırı protraksiyon durumunda omuzun posterior yapılarındaki gerginliğin de diskineziye neden olabileceği ifade edilmiştir (Kibler & ark., 2013; McClure, Greenberg & Kareha, 2012).

Bazı araştırmacılar, skapular hareketteki bozulmanın skapulotorasik kas zayıflığına bağlı kuvvet kaybından daha çok skapular pozisyonun yarattığı kas dengesizliği olduğunu

düşünmektedir (Kibler, 1998; Kibler, Sciascia & Wilkes, 2012; Ludewig & Braman, 2011).

Skapular Diskineziye Yönelik Klinik Ölçümler

Skapulanın birden fazla nedensel faktörle oluşabilmesi, kinetik zincirdeki pozisyon ve hareket esnasında rolü nedeniyle sadece patoanatomî açısından değil patofizyoloji açısından da değerlendirmesi gereklidir (Kibler & ark., 2023).

Öncelikle Skapular Diskinezi Testi ile diskinezi varlığı belirlenmeli, daha sonra gözlemsel diskinezi ve klinik ölçüm arasındaki ilişkiye bakmak için düzeltici manevralara bakılmalıdır (Larsen & ark., 2014; McClure, Greenberg & Kareha, 2012; Struyf & ark., 2014).

Klinik ölçümler; literatürde statik, yarı dinamik ve dinamik başlıkları altında yer almaktadır.

Statik Ölçümler

Skapulanın pozisyonunun ölçümünde statik yöntemler olarak: akromion ile yatak ya da duvar arası mesafe ölçümü, skapulanın medial kenarı ile 4. torakal vertebranın spinöz çıkıntısı arası mesafe ölçümü ve pektoralis minör kasının uzunluk ölçümü yapılmaktadır (Larsen & ark., 2014; Struyf & ark., 2014).

Yarı Dinamik Ölçümler

Yarı dinamik değerlendirmelerde, kol farklı açılara getirilerek skapula pozisyonu değerlendirilmektedir.

Lateral Skapular Kayma Testi (LSST): Kolların horizontal planda 0°, 45° ve 90° abduksiyon açılarında skapula pozisyonunu değerlendirilmektedir. İlk önce kollar yanda nötral pozisyonda, daha

sonra her iki kolun 45° abdüksiyonu için eller baş parmak arkaya bakacak şekilde belde iken ve son olarak kolların 90° abdüksiyonu ile beraber maksimum internal rotasyon (baş parmaklar aşağı gösterir) sağlanıp ölçüm alınmaktadır. Ölçümler sırasında belli pozisyona getirilen skapulanın alt açısından torasik vertabraların spinöz çıkıntısına olan mesafe ölçülür. Kibler'e göre skapulalar arası mesafelerde 1,5 cm'den büyük fark olması anormal skapular hareketliliğin bir göstergedir (Odom & ark., 2001).

Bu testin modifiye şeklinde, 1 kg ağırlıkla beraber kollar frontal düzlemde 90° ve 180° abdüksiyona getirilerek ölçüm alınır. Başka bir ölçüm yönteminde ise kolun 0°, 45°, 90°, 135° gibi abdüksiyon açılarında skapulanın yukarı rotasyonunu inklinometre ile ölçülmüştür (Larsen & ark., 2014; Struyf & ark., 2014).

Dinamik Ölçümler

Bu değerlendirme yöntemlerinde semptomatik olgularda skapula pozisyonunun semptomların değişikliği üzerinde etkisini saptayabilmek için Skapular Yardım Testi (SYT), Skapular Retraksiyon Testi (SRT), Düşük Kürek Çekme Manevrası yapılmakta ve Skapular Diskinezi Testi (SDT) kullanılmaktadır (Larsen & ark., 2014; McClure, Greenberg & Kareha, 2012; Struyf & ark., 2014).

Skapular Yardım Testi (*SAT: the Scapular Assistance Test*), omuz impingement problemi yaşayan kişilerde skapular diskinezi ile alakalı bilgi edinmek amaçlı düzeltici manevra yöntemidir. Bu test için muayeneyi yapan kişi, hasta kolunu aktif olarak kaldırırken skapulanın posterior tiltine ve yukarı rotasyonuna yardımcı olacak şekilde bir eliyle skapulayı stabilize ederken diğer eliyle de harekete

yardımcı olur. Destek neticesinde ağrılı ark semptomu hafiflediğinde ve hareket açıklığı arttığında pozitif kabul edilir (Kibler, Sciascia & Dome, 2006).

Skapular Retraksiyon Testi (*RAT: the Scapular Retraction Test*) de SYT gibi omuz problemi yaşayan kişilerde kullanılmaktadır. SRT’de muayeneyi yapan kişi öncelikle hastaya 90° kol fleksiyonunda geleneksel manuel fleksiyon kas testi yapar, daha sonra değerlendirici ön koluyla medial skapulayı stabilize etmek için eliyle omuzun arkasından tutar. Böylece, skapula retraksiyona alınarak stabilize edilmiş şekilde test tekrar edilir. Fleksiyon kas kuvveti arttığında veya hastanın impingement semptomu azaldığında test pozitif olarak yorumlanır (Kibler & ark., 2008).

Düşük Kürek Çekme Manevrası (*Low ROW: the Low Row maneuver*), alt trapez ve serratus anterior kaslarının bütünlüğünü değerlendirmek için kullanılmaktadır (Kibler & ark., 2008). Bu test sırasında kişi, kolu gövde yanında ve avuç içi arkaya bakacak şekilde ayakta durmaktadır. Muayene yapan kişinin eli kişinin ön kolunu kavrar. Kişi gövdesini ekstansiyona getirir ve elini muayene eden klinisyenin direncine karşı omuz ekstansiyonu önünde maksimum iter ve klinisyen skapulasını deprese ve retrakte etmesi talimatı verir. Bu testle alt trapez kas kasılması ve kasın stabilize rolü hakkında fikir edinmek amaçlanır (Kibler & ark., 2008).

Yapılan SYT, SRT ve Low ROW testleri omuz patolojileri hakkında spesifik tanısal test olmasalar da omuz semptomların ortaya çıkmasında skapular diskinezinin etkisinin olduğunu ve daha ayrıntılı değerlendirmelerin yapılması gerektiğini göstermesi

açısından önemlidir (Kibler & ark., 2023). Uluslararası araştırmacılar ve klinisyenler panelinin fikir birliğinin önerisine göre Skapular Diskinezi Testi yapılmalıdır (Kibler & ark., 2013). Bu test geçerli (Tate & ark., 2009) ve güvenilir (McClure & ark., 2009) bulunmuştur.

Skapular Diskinezi Testi, ele ağırlık verilerek yapılan bir testir. Aktif omuz hareketlerini yük altında yapılmasının skapulahumeral ritimi değiştirdiği ve statik ölçümlere göre diskinezinin belirginleştiği gösterilmiştir (McClure & ark., 2009). Test sırasındaki skapular diskinezi McClure ve ark. tarafından; *normal*, *hafif belirgin diskinezi* veya *belirgin diskinezi* şeklinde sınıflandırılmıştır (McClure, Greenberg & Kareha, 2012). Test için kişinin kilosu 68.1 kg ve üzeri ise 2.3 kg, 68.1 kg'dan az olanlar için ise 1,4 kg kullanılır. Test sırasında ele verilen bu ağırlıklarla; kişi omuzları nötral pozisyonda, dirsek ekstansiyonunu koruyarak ve başparmağı yukarı gösterecek şekilde 3 saniye içinde yapabildiği kadar bilateral olarak aktif omuz fleksiyonu ve frontal düzlemde abdüksiyon hareketi yapar. Hareketler beş tekrarlı yapılır ve test sırasında skapula hareketleri gözlemlenir. Her iki skapulaya ayrı olarak bakılır; fleksiyon ve abdüksiyon hareketleri sırasında herhangi bir kanatlaşma veya disritmik hareket yoksa ya da sadece hafif düzeyde bir değişim varsa *normal skapula* olarak sınıflandırılır. Her iki hareket sırasında hafif düzeyde kanatlaşma veya disritmi varsa *hafif diskinezi*, en az bir harekette belirgin değişim varsa *belirgin diskinezi* şeklinde sınıflandırılır. Test, gözleme dayalı değerlendirme gerektirdiğinden *var* ya da *yok* şeklinde Kibler ve ark. tarafından sınıflandırılmıştır (McClure & ark., 2009). Bu yöntemde skapulanın normal olmayan 3 farklı tip hareketi tek bir

grup altında toplanarak ‘evet’ (diskinezi gözlenmekte) ve normal skapula hareketi ‘hayır’ (diskinezi gözlenmemiştir) şeklinde ifade edilmektedir. Bu testin eleştirisel bir yanı şudur: skapulayı hareket esnasında gözlemlmek için kullanıma uygun olsa da omuza farklı yükleme gerektiren spora özgü değerlendirme talebeni karşılayamamaktadır (Kibler & ark., 2013).

Omuz kompleksine yönelik diğer klinik ölçümler

Omuz ve skapula fonksiyonları bozuk olan bireylerde boyun, omuz ve torasik bölgenin anormal postürü biyomekanik açıdan önemli olduğundan postür değerlendirmesi gereklidir. Gözlemsel postür analizi dışında simetrografi ve bilgisayar destekli yöntemler de kullanılabilmektedir (Bosso & Golias, 2012; Juul-Kristensen & ark., 2001; UHL & SCIASCIA, 2009).

Omuzun pasif ve aktif internal ve eksternal hareket açıları gonyometre (Haheer & ark., 1989), kas kuvveti izokinetik dinamometre (Davies, Ellenbecker & Wilk, 2009) kullanılarak bakılabilir. Ayrıca internal ve eksternal hareketleri aktif olarak C7 (7. servikal vertebranın spinöz çıkıntısı) ve T5 (5. torakal vertebranın spinöz çıkıntısı) vertaberalar referans alınarak esneklik ölçümü yapılabilir. Test için kişi, başparmağı aşağı gösterecek şekilde kolunu boynunun arkasına götürür ve kişinin maksimum eksternal rotasyon yapmasını istenir, başparmağı ile C7 arasındaki mesafe mezura ile ölçüldükten sonra başparmağı yukarı gösterecek şekilde kolunu belinin arkasından maksimum internal rotasyona götürür ve başparmağının ucu ile T5 arasındaki mesafe mezura ile ölçerek test tamamlanır (Edwards & ark., 2002; Hayes & ark., 2001).

Omuz fonksiyonlarının değerlendirilmesinde, 3 boyutlu elektromanyetik hareket analizi yöntemi de skapulanın hareketlerinin uygun kinematikle yapılıp yapılmadığını değerlendirme fırsatı sunmaktadır (Fajkovic & ark., 2012; McClure & ark., 2009; Pardanani & ark., 2009). Ayrıca, ortopedik yaralanmalar, cerrahiler ve rehabilitasyonda omuz ekleminin propriyosepsiyon açısından değerlendirilmesi gerekli olabilmektedir. Bu amaçla, eklem pozisyon hissi (pasif ve aktif tekraralama testleri) ve pasif hareketi algılama eşiği sıklıkla kullanılmaktadır (Niessen & ark., 2009).

Skapular diskineziye tedavi yaklaşımları

1. Egzersiz

Skapular diskinezinin alt yapısında birçok faktör yer alabildiğinden, değerlendirme sonrasında kişiye yönelik egzersizler uygulanmalıdır.

Örneğin; uzun süre masa başında çalışan bireylerde kifotik ya da gevşek postür sebebiyle sıklıkla alt servikal fleksiyon, üst servikal ekstansiyon, omuz protraksiyonu ve başın ne pozisyonu bir arada görülmektedir. Ayrıca omuzların ileri konuma geldiği, gövde fleksiyonunun arttığı pozisyonlarda omuz protraksiyonu artmakta ve pektoral kaslar kısılmaktadır. Skapulaların inferior köşesinin vertabral çıkıntılardan uzaklaştığı görülür. Omuz protraksiyonu skapulada anterior tilt ve aşağı rotasyona neden olur. Ayrıca st torasik kısımda artan kifozla beraber üst trapez kas kısalığı görülmektedir. Orta ve alt trapez kasları ve serratus anterior kas zayıflığının da olumsuz etkisi olabilmektedir (Sarabadani Tafreshi & ark., 2015). Boyun ağrısıyla skapular diskinezi arasında; ağrının

skapular bölge kaslarını inhibe edebileceği ve skapular diskineziye sebep olabileceği belirtilmiştir (de Amorim & ark., 2014). Daha sıklıkla araştırılan omuz impingement sendromunda ise konservatif tedavi uygulamalarında skapular pozisyonu düzeltici egzersizler önemli görülmektedir. Çünkü bu kişilerde; başın öne postürü, torakal kifoz, omuz protraksiyonu ve skapulanın anteriora doğru pozisyonu ile bağlantılıdır (Kisner, Colby & Borstad, 2017). Kibler, skapula pozisyonunun yetersiz kassal kontrol sebebiyle omuz impingement sendromuna neden olabileceğini bildirmiştir (Kibler & ark., 2012). Sağlıklı kişilerde yapılan bir manyetik rezonans incelemesinde omuz protraksiyonu ile subakromiyal boşlukta azalmanın ilişkisi ortaya çıkmıştır (DePalma & Johnson, 2003). Bu amaçla uygulanan skapular stabilizasyon egzersizlerinin subakromiyal sıkışma sendromlu bireylerde skapular diskineziyi azalttığı görülmüştür (Başkurt & ark., 2011).

Stabilizasyon egzersizleri, skapular kasların uzunluk- gerim ilişkilerini kontrol ederek kassal fonksiyona ve koordineli harekete destek olmaktadır (Kibler & Sciascia, 2010). Skapular stabilizasyona yönelik örnek egzersizler olarak: yüzüstü yatışta alt trapez kası için Y-Pozisyon retraksiyon ve orta trapez kası için T-Pozisyon retraksiyon egzersizi verilebilir. Eksternal rotasyon ve addüksiyona yönelik ise ayakta dirsekler 90° fleksiyonda iken dirençli bant yardımıyla “her iki eli yana doğru açma” hareketi egzersiz olarak verilmektedir. Ayrıca dirençli bant yardımıyla kürek çekme egzersizi, yumruklama egzersizi gibi çeşitli egzersizlere de literatürde yer verilmiştir (Yüksel, 2014).

Skapular diskinezide skapular stabilizasyonu geliştiren egzersizler dışında pektoralis minör ve posterior kapsül gevşetme

yöntemlerine de ihtiyaç duyulabilmektedir. Pektoralis minör kası, kolun başlangıç seviyelerindeki elevasyonunda skapulaya anterior tilt, internal rotasyon ve protraksiyon yaptırır; kısılalığında skapular disfonksiyonu tetikleyebilecek biyomekanik etkisi olabilmektedir (Kibler & ark., 2012; Reinold & ark., 2009). Posterior kapsül kısılalığında ise GH eklem iç rotasyon ve horizontal addüksiyon hareketlerini kısıtlamaktadır. Kısılalığı, omuz protraksiyonu ve skapular diskineziyle ilişkili bulunmuştur (Uhl, Kibler, Gecewich & Tripp, 2009).

2.Bantlama

Skapulayı doğru koreksiyona getirmek ve GH eklem fonksiyonuna destek olmak amacıyla kinezyo bantlama (KB) ve rijit bantlama (RB) teknikleri kullanılmaktadır (Kase, 1996).

KT, omuz problemlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Örneğin; lokal ödemin azaltılması, propriosepsiyon ve eklem stabilizasyonu geliştirmek amacıyla kullanılır (Kase, 1996). Skapular diskinezide, skapula elevasyonunu desteklemek, aşırı aktif olan üst trapez kasındaki gerimi azaltmak ve skapulanın retraksiyonu ve addüksiyonuna destek olmak amacıyla bantlama yöntemleri uygulanmaktadır (Lee & Yoo, 2012).

RB uygulaması, eklem ve kas yapılarını desteklemekle birlikte KT'ye göre eklem hareketlerini ve fonksiyonel aktiviteyi kısıtlamaktadır (Kase, 1996). Örneğin; McConnell tekniği, impingement sendromu olan bireylerde propriosepsiyon duyusunu geliştirmek, pasif (ligament, eklem kapsülü) dokuları desteklemek, aşırı kassal aktivasyonu inhibe etmek ve zayıf kasların

fasilitasyonunu sağlamak amacıyla sıklıkla kullanılmaktadır (Ackermann & ark., 2010).

Sonuç

Skapular diskinezi birçok omuz problemiyle ilişkili bulunduğundan bu problemlerde, skapular diskineziyi değerlendirmek ve optimal skapular fonksiyona yönelik tedavi yaklaşımlarını uygulamak rehabilitasyon açısından faydalı olacaktır.

Kaynakça

UHL, T. & SCIASCIA, A. (2009) Scapular summit 2009: introduction. Journal of orthopaedic & sports physical therapy, 39(11), A1-A13.

Gumina, S., Carbone, S. & Postacchini, F. (2009) Scapular dyskinesis and SICK scapula syndrome in patients with chronic type III acromioclavicular dislocation. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 25(1):40-5.

Burkhart, S. S., Morgan, C. D. & Kibler, W. B. (2000) Shoulder injuries in overhead athletes: the “dead arm” revisited. Clinics in sports medicine, 19(1):125-58.

Wilk, K. E., Obma, P., Simpson, C. D., Cain, E. L., Dugas, J. & Andrews J. R. (2009) Shoulder injuries in the overhead athlete. Journal of orthopaedic & sports physical therapy, 39(2):38-54.

Krishnan, V. & Zeichner, S. L. (2004) Alterations in the expression of DEAD-box and other RNA binding proteins during HIV-1 replication. Retrovirology, 1:1-5.

Neumann, A. (2002). Kinesiology of the musculoskeletal system. United States: Mosby

Kibler, B. W., Sciascia, A. & Wilkes, T. (2012) Scapular dyskinesis and its relation to shoulder injury. JAAOS-journal of the American academy of orthopaedic surgeons, 20(6):364-72.

Kibler, W. B. & Sciascia, A. (2010) Current concepts: scapular dyskinesis. Br J Sports Med, 44(5):300-5.

Cumhur, Y. N. & Tuncel, M. (2006). Temel Anatomi. Ankara: ODTÜ Yayıncılık

Baltaci, G. (2013) Üst Ekstremitte Anatomi ve Biyomekaniği, Spor Yaralanmalarında Egzersiz Tedavisi, Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Bölümü, 79-198.

Lazaro, R. (2005) Shoulder impingement syndromes: implications on physical therapy examination and intervention. Journal of the Japanese Physical Therapy Association, 8(1):1-7.

Lippert, L. (2006) Clinical kinesiology and anatomy. Philadelphia: FA Davis

Kibler, W. B., Sciascia, A. & Wilkes, T. (2012) Scapular dyskinesis and its relation to shoulder injury. J Am Acad Orthop Surg., 20(6):364-72.

Kibler, W. B., Lockhart, J. W., Cromwell, R. & Sciascia, A. (2023) Managing Scapular Dyskinesis. Physical Medicine and Rehabilitation Clinics, 34(2):427-51.

Demirhan, M. & Goksan M. (1993) Biomechanics of the shoulder joint and muscular control. Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica, 27(3):212-7.

Diamond W. (1995) Upper Extremity: Shoulder. Saunders Manual of Physical Therapy Practice. Philadelphia: W B Saunders

Fu, F. H. & Stone, D. A. (2001) Sports Injuries: Mechanisms, Prevention, Treatment. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins

Reinold, M. M., Escamilla, R. F. & Wilk, K. E. (2009) Current concepts in the scientific and clinical rationale behind exercises for glenohumeral and scapulothoracic musculature. J Orthop Sports Phys Ther., 39(2):105-17.

McClure, P., Greenberg, E. & Kareha, S. (2012) Evaluation and management of scapular dysfunction. Sports medicine and arthroscopy review, 20(1):39-48.

Burn, M. B., McCulloch, P. C., Lintner, D. M., Liberman, S. R. & Harris, J. D. (2016) Prevalence of scapular dyskinesis in overhead and nonoverhead athletes: a systematic review. Orthopaedic journal of sports medicine. 4(2):2325967115627608.

Uhl, T. L., Kibler, W. B., Gecewich, B. & Tripp B. L. (2009) Evaluation of clinical assessment methods for scapular dyskinesis. Arthroscopy. 25(11):1240-8.

Moore-Reed, S. D., Kibler, W. B., Sciascia, A. D. & Uhl, T. (2014) Preliminary Development of a Clinical Prediction Rule for Treatment of Patients With Suspected SLAP Tears. Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery, 30(12):1540-9.

Reuther, K. E., Thomas, S. J., Tucker, J. J., Vafa, R. P., Gordon, J. A., Liu, S. S. & et al. (2015) Overuse activity in the presence of scapular dyskinesis leads to shoulder tendon damage in a rat model. Ann Biomed Eng, 43(4):917-28.

Kibler, W. B., Ludewig, P. M., McClure, P. W., Michener, L. A., Bak, K. & Sciascia A. D. (2013) Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the 'Scapular Summit'. Br J Sports Med., 47(14):877-85.

Williams, J. W., Holleman, D. R. & Simel, D. L. (1995) Measuring shoulder function with the Shoulder Pain and Disability Index. J Rheumatol., 22(4):727-32.

Paine, R. & Voight, M. L. (2013) The role of the scapula. *International journal of sports physical therapy*, 8(5):617.

Hébert, L. J., Moffet, H., McFadyen, B. J. & Dionne C. E. (2002) Scapular behavior in shoulder impingement syndrome. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 83(1):60-9.

Warner, J. J., Micheli, L. J., Arslanian, L. E., Kennedy, J. & Kennedy R. (1992) Scapulothoracic motion in normal shoulders and shoulders with glenohumeral instability and impingement syndrome. A study using Moiré topographic analysis. *Clin Orthop Relat Res.*, (285):191-9.

Paine, R. & Voight, M. L. (2013) The role of the scapula. *Int J Sports Phys Ther.*, 8(5):617-29.

Ebaugh, D. D., McClure, P. W. & Karduna, A. R. (2006) Scapulothoracic and glenohumeral kinematics following an external rotation fatigue protocol. *J Orthop Sports Phys Ther.*, 36(8):557-71.

McClure, P., Tate, A. R., Kareha, S., Irwin, D. & Zlupko, E. (2009) A clinical method for identifying scapular dyskinesis, part 1: reliability. *Journal of athletic training.*, 44(2):160-4.

Kibler, W. (1998) The role of the scapula in athletic shoulder function. *The American journal of sports medicine.*, 26(2):325-37.

Ludewig, P. M. (2011) Braman, JP. Shoulder impingement: biomechanical considerations in rehabilitation. *Manual therapy.*, 16(1):33-9.

Larsen, C. M., Juul-Kristensen, B. & Lund, H. (2014) Søgaaard K. Measurement properties of existing clinical assessment

methods evaluating scapular positioning and function. A systematic review. *Physiother Theory Pract.*, 30(7):453-82.

Struyf, F., Nijs, J., Mottram, S., Roussel, N. A., Cools, A. M. & Meeusen, R. (2014) Clinical assessment of the scapula: a review of the literature. *Br J Sports Med.*, 48(11):883-90.

Odom, C. J., Taylor, A. B., Hurd, C. E. & Denegar, C. R. (2001) Measurement of scapular asymmetry and assessment of shoulder dysfunction using the lateral scapular slide test: a reliability and validity study. *Physical therapy.*, 81(2):799-809.

Kibler, W. B., Sciascia, A. & Dome, D. (2006) Evaluation of apparent and absolute supraspinatus strength in patients with shoulder injury using the scapular retraction test. *The American journal of sports medicine.*, 34(10):1643-7.

Kibler, W. B., Sciascia, A. D., Uhl, T. L., Tambay, N. & Cunningham T. (2008) Electromyographic analysis of specific exercises for scapular control in early phases of shoulder rehabilitation. *The American journal of sports medicine.*, 36(9):1789-98.

Tate, A. R., McClure, P., Kareha, S., Irwin, D. & Barbe M. F. (2009) A clinical method for identifying scapular dyskinesis, part 2: validity. *Journal of athletic training.*, 44(2):165-73.

McClure, P., Tate, A. R., Kareha, S., Irwin, D. & Zlupko E. (2009) A clinical method for identifying scapular dyskinesis, part 1: reliability. *J Athl Train.*, 44(2):160-4.

Juul-Kristensen, B., Hansson, G-Å., Fallentin, N., Andersen, J. & Ekdahl, C. (2001) Assessment of work postures and movements

using a video-based observation method and direct technical measurements. *Applied ergonomics.*, 32(5):517-24.

Bosso, L. R. & Golias, A. R. C. (2012) Rhythmic gymnastics athletes posture: analysis through photometry. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.*, 18:333-7.

Haher, T., Tozzi, J., Lospinuso, M., Devlin, V., O'Brien, M., Tenant, R. & et al. (1989) The contribution of the three columns of the spine to spinal stability: a biomechanical model. *Spinal Cord.*, 27(6):432-9.

Davies, G. J., Ellenbecker, T. S. & Wilk, K. E. (2009) *Isokinetic testing and rehabilitation of the shoulder complex.* Londra: Churchill Livingstone

Edwards, T. B., Bostick, R. D., Greene, C. C., Baratta, R. V. & Drez D. (2002) Interobserver and intraobserver reliability of the measurement of shoulder internal rotation by vertebral level. *Journal of shoulder and elbow surgery.*, 11(1):40-2.

Hayes, K., Walton, J. R., Szomor, Z. L. & Murrell, G. A. (2001) Reliability of five methods for assessing shoulder range of motion. *Australian Journal of Physiotherapy.*, 47(4):289-94.

Fajkovic, H., Cha, E. K., Jeldres, C., Donner, G., Chromecki, T. F., Margulis, V. & et al. (2012) Prognostic value of extranodal extension and other lymph node parameters in patients with upper tract urothelial carcinoma. *The Journal of urology.*, 187(3):845-51.

Pardanani, A., Lim, K-H., Lasho, T. L., Finke, C., McClure, R. F., Li, C-Y. & Tefferi, A. (2009) Prognostically relevant breakdown of 123 patients with systemic mastocytosis associated

with other myeloid malignancies. *Blood, The Journal of the American Society of Hematology.*, 114(18):3769-72.

Niessen, M. H., Veeger, D. H., Meskers, C. G., Koppe, P. A. Konijnenbelt, M. H. & Janssen, T. W. (2009) Relationship among shoulder proprioception, kinematics, and pain after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation.*, 90(9):1557-64.

Sarabadani Tafreshi, E., Nodehi Moghadam, A., Bakhshi, E. & Rastgar, M. (2015) Comparing scapular position and scapular dyskinesis in individuals with and without rounded shoulder posture. *Physical Treatments-Specific Physical Therapy Journal.*, 5(3):127-36.

Amorim, C. S. M., Gracitelli, M. E. C., Marques, A. P. & dos Santos Alves, V. L. (2014) Effectiveness of global postural reeducation compared to segmental exercises on function, pain, and quality of life of patients with scapular dyskinesis associated with neck pain: a preliminary clinical trial. *Journal of manipulative and physiological therapeutics.*, 37(6):441-7.

Kisner, C., Colby, L. A. & Borstad J. (2017) *Therapeutic exercise: foundations and techniques.* Philadelphia: Fa Davis.

DePalma, M. J. & Johnson, E. W. (2003) Detecting and treating shoulder impingement syndrome: the role of scapulothoracic dyskinesis. *The Physician and sportsmedicine.*, 31(7):25-32.

Başkurt, Z., Başkurt, F., Gelecek, N. & Özkan, M. H. (2011) The effectiveness of scapular stabilization exercise in the patients

with subacromial impingement syndrome. Journal of back and musculoskeletal rehabilitation., 24(3):173-9.

Yüksel, E. (2014) Skapular diskinezisi olan subakromial sıkışma sendromlu olgularda skapular stabilizasyon egzersizlerinin etkinliği (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

Kase, K. (1996) Development of kinesio taping perfect manual. Kinesio Taping Assoc., 6(10):117-8.

Lee, J-H. & Yoo, W-G. (2012) Effect of scapular elevation taping on scapular depression syndrome: a case report. Journal of back and musculoskeletal rehabilitation., 25(3):187-91.

Ackermann, M., Asano, K., Atwood, W., Axelsson, M., Baldini, L., Ballet, J. & et al. (2010) Fermi observations of grb 090510: A short-hard gamma-ray burst with an additional, hard power-law component from 10 keV to GeV energies. The Astrophysical Journal., 716(2):1178.

BÖLÜM II

Lenfödem ve Fizyoterapötik Rehabilitasyon

Elif Tuğçe ÇİL¹

Lenfödem

Tanım

Lenfatik sistem, patojenler ve hücre kalıntıları gibi yabancı istilacıları tanımlayan ve etkisiz hale getiren bir gözetim sistemi olarak hareket eder ve bağışıklık savunma mekanizmamızın kritik bir bileşeni olarak hizmet eder. Lenfatik damarlar, lenf düğümleri ve lenfoid organlardan oluşan bu ağ, lenfatik sıvıyı filtreleyerek zararlı ajanları vücuda zarar vermeden önce yakalar ve yok eder (Zuther, 2005).

Ayrıca lenfatik sistem, dokulardaki sıvı dengesinin korunmasında çok önemli bir rol oynar ve şişme ve ödemi önlemek

¹ Dr. Öğr. Üyesi., Yeditepe Üniversitesi, Sağlık Bilimler Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İstanbul/Türkiye, Orcid: 0000-0001-8231-115X, elif.cil@yeditepe.edu.tr

için fazla sıvı-nın kan dolaşımına geri gönderilmesini sağlar. Ayrıca diyetle alınan yağların ve yağda çözünen vitaminlerin sindirim sisteminden emil-mesine yardımcı olarak vücut tarafından taşınmasını ve kullanılma-sını kolaylaştırır (Zuther, 2005).

Lenfödem, lenfatik sistemin taşıma kapasitesi, normal lenfatik yük altına düştüğünde, özellikle deri altı dokularda su ve proteinlerin anormal bir birikimine neden olan bir durumdur. Uzunlar, gövde, karın, baş ve boyun, dış genital organlar ve iç organlarda meydana gelebilir. Bazı hastalarda başlangıcı yavaş olabilirken, diğerlerinde ani olabilir (Grada & Phillips, 2017). Lenfödem, hastalar için uzun vadeli fiziksel ve psikososyal sonuçları nedeniyle ciddi bir durumdur ve tedavi edilmezse sürekli olarak ilerler (Borman, 2018). Eğer len-födem diğer patolojilerle birleşirse (kalp, venöz yetmezlik, kronik romatizmal koşullar vb.), patofizyolojik etkileri, zaten zayıflamış olan lenfatik sisteme ek stres oluşturur ve prognoz daha da kötüleşir. Kozmetik deformiteleri gizlemek zor bir hal alır ve sık sık kompli-kasyonlar meydana gelir (fibrozis, selülit, lenfangit, lenforiya vb.) (Hespe, Nitti & Mehrara, 2015). Lenfödem, tıbbi tanı ve tedavide yaygın bir uzmanlık eksikliği sebebiyle ciddi bir durumdur.

Epidemiyolojisi

Yapılan araştırmalara göre dünya genelinde yaklaşık 200 mil-yon lenfödem vakası olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, filaryazisinde, lenfödem en yaygın nedeni olduğu tahmin edilmektedir (Keast & ark., 2015). ABD'de yaklaşık beş milyon kişinin sekonder lenfödem olduğu tahmin edilmektedir (Brayton & ark.,2014). Türkiye'de yapı-lan bir çalışmada, meme kanseri ile ilişkili lenfödem oranı %7-28 olarak belirtilmiştir (Ozaslan & Kuru,

2004). Çoğu lenfödem vakası-nın meme kanseri tedavisinden bir yıl içinde geliştiği bildirilmesine rağmen, lenfödem kanser tedavisi sonrasında herhangi bir zamanda da gelişebilmektedir (Erickson & ark., 2001; Brennan, 1992).

Lenfödem Patofizyolojisi

Lenf sıvısı lenfatik kapillerler tarafından emilir ve lenfatik damarlar ve nodlar aracılığıyla torasik kanala ve oradan da dolaşıma geri döner. Lenfatik sistem yaklaşık olarak her gün dolaşıma 5 L sıvı taşır (Bálint & Jakus, 2021; Lee, Rockson & Bergan, 2018).

Lenfatik yapılar hasar gördüğünde veya çıkarıldığında lenfatik sis-tem bozulur. Lokalize ödem meydana gelir. Lenfostaz, lenf sıvısının interstisyuma (dokular arası boşluğa) artmasıyla kronik bir yanıtı tetikler. Sonuç olarak, yerel doku mimarisi değişir, doku fibrozisine yol açar ve inflamasyonu tetikler (Yoshida & ark., 2019; Azhar, & ark., 2020).

Lenfödemın patogenezinin en muhtemel nedeni genellikle lenf pom-pasının yetersizliğidir. Kontraktif fonksiyon kaybı, valv yetmezliği ve vazodilatasyon, lenfatik damarlardaki ilk değişikliklerdir ve kro-nik dönemde dermise retrograd lenf akımı gözlemlenir (Saito & ark., 2013). Ödem ilk başta geri dönüşümlü olarak başlar ve zamanla geri dönüşü olmayan bir hale gelir. Bu, etkilenen şekilsel deformasyonu-na ve geri dönüşü olmayacak şekilde büyümesine neden olur. Bunun yanı sıra, doku fibrozisinin ilerlemesi, lenfogenezin azalması, lenfatik sızıntının artması ve lenfatik sıvı pompalama kapasitesinin azalması gibi kronik lenfödem durumuna ve doku fibrozisinin iler-lemesine yol açar. İlerlemiş fibrozis tedavi edilmezse hiperkeratoz, papillomalar, ülserasyon ve

kronik enfeksiyonlara yol açabilir. Bazı malign hastalıklarda, aksiller veya pelvik lenf nodu tutulumu, tıkanıklık ve lenfödem oluşturabilmektedir (Kataru & ark., 2019; Yoshi-da & ark., 2019; Azhar, & ark., 2020).

Etiyolojisi

Lenfödem altta yatan etiyolojiye bağlı olarak primer veya sekonder olarak sınıflandırılabilir. Ancak, bu sınıflandırma genellikle tedavi yöntemini belirlemede çok önemli değildir. Lenf sıvısının akışını engelleyen doğuştan bir kusur varsa, buna birincil lenfödem denirken ikincil lenfödem tanımı ise genellikle olası bir neden varlığında kullanılmaktadır (Zuther, 2005).

Primer Lenfödem

Primer lenfödem, lenfatik sistemin gelişimsel bir anormalliğini (displazi) temsil eder veya doğuştan ya da kalıtsal olarak ortaya çıkar. Hipoplazi (lenf damarlarının eksik gelişimi), hiperplazi (lenf toplama damarlarının çapı normalden büyük olması), lenf toplama damarlarının genişlemesi, aplazi (lenf toplama damarının, kılcal damarın veya lenf nodunun yokluğu) primer lenfödemin gelişmesine neden olabilir. İnguinal lenf nodlarının fibrozu (Kinmonth sendromu), primer lenfödemin başlangıcına ek bir neden sunabilmektedir (Zuther, 2005).

Fibrotik değişiklikler, genellikle etkilenen lenf nodlarının kapsüller ve trabeküler alanlarını etkiler. Bu, afferent lenf toplama damarların-da lenf taşınımını etkileyebilir. Temel lenfatik sistem fizyolojisi anlaşıldığında, yukarıda listelenen tüm anormalliklerde lenfatik sistemin taşıma kapasitesinin azaldığı açıkça ortaya çıkmaktadır. Lenfödem, lenfatik sistemin taşıma kapasitesinin

normal lenfatik yükün altına düştüğünde meydana gelir (Saito & ark., 2013).

Gelişimsel anormallikler doğumda mevcut olsa da, lenfödem hayatın ilerleyen bir noktasında da gelişebilir. Lenfatik sistemin azalmış ta-şıma kapasitesi, lenfatik yükleri yönetmek için yeterli olduğu sürece hiç gelişmeyebilir. Primer lenfödem genellikle şişmenin başladığı zaman dilimdeki hastanın yaşına göre sınıflandırılır. Doğumsal len-födem doğumda veya ilk 2 yaşında klinik olarak belirgindir. Doğum-sal lenfödemli hastaların bir alt grubu, Milroy hastalığı olarak adlan-dırılan, kalıtsal bir rahatsızlıktır. Primer lenfödem doğumdan sonra ama 35 yaşından önce başlarsa, bu lenfödem praecox olarak adlandı-rılır ve bu, en yaygın primer lenfödem formudur. Genellikle ergenlik veya gebelik sırasında ortaya çıkar. Lenfödem tarda ise nispeten daha nadirdir ve 35 yaşından sonra gelişir (Sleigh & Manna, 2019).

Primer lenfödem genellikle sadece alt ekstremiteleri (tek taraflı veya çift taraflı) etkiler ve çoğunlukla kadınlarda görülür. Şişme genellik-le ayak ve ayak bileğinde başlar ve zamanla ekstremitedeki diğer bölgelerini de içine alır. Bilinen bir tetikleyici faktör olmadan veya hafif travmalar (böcek ısırıkları, iğne enjeksiyonları, burkulmalar, zorlanmalar, yanıklar, kesikler), enfeksiyonlar veya hareketsizlik sonrasında da gelişebilir. Bu tetikleyici faktörler, zaten etkilenmiş olan lenfatik sisteme ek stres üretir ve mekanik yetersizliğe neden olur (Grada & Phillips, 2017).

İkincil Lenfödem

İkincil lenfödem için en yaygın nedenler arasında cerrahi ve radyasyon, travma, enfeksiyon, malign tümörler, hareketsizlik ve

kronik venöz yetmezlik bulunur (Saito & ark., 2013). Cerrahi ve radyasyon da, ikincil lenfödemin en yaygın nedenlerinden biridir. Kanser tedavisinde cerrahi işlemler genellikle lenf nodlarının çıkarılmasını (disseksiyonu) içerir. Lenf nodu disseksiyonu lenf taşıma sistemini bozmaktır. Lenf nodu disseksiyonu sonrası sağlam kalan lenfatikler lenfatik yükü yönetemiyorsa, ikincil lenfödem gelişebilmektedir. Ayrıca, radyasyon da lenfödemin başlamasına katkıda bulunabilir. Çünkü ışınlar, doku içinde fibrozise neden olabilmekte ve bu durum lenf taşıma sistemini etkileyerek ve lenf damarlarının yenilenmesini engelleyebilmektedir (Warren & ark., 2007).

Lenfödem Evrelemesi

Lenfödem, Uluslararası Lenfoloji Derneği tarafından önerilen en kabul gören evreleme sistemine göre dört klinik aşamaya ayrılır (Lymphology, 2013; Zuther, 2005):

Aşama 0 (Subklinik aşama): Sıklıkla latent aşama olarak adlandırılır. Lenfatik sistemin taşıma kesintisine rağmen, şişliğe neden olmayan bir subklinik durumdur. Ödem, aylarca hatta yıllarca ortaya çıkma-yabilir. Lenfatik taşıma kapasitesinde bir azalma olmasına rağmen, lenfatik yükü yönetmek için yeterli sayıda fonksiyonel lenfatik olduğu için şişmeye dair belirgin semptomlar yoktur.

Aşama I (Tersine dönebilir aşama): Lenfatik yük, taşıma kapasitesini aştığında sıvı birikimi olur. Etkilenen uzvun yükseltilmesi ile şişlik azalabilir. Şişlik yumuşaktır ve fibrotik değişiklikler gözlenmez. Aşama I genellikle %5 ila %20 arasında hafif bir hacim ölçümü var-yasyonu ile belirtilir. Çukurlaşma ödemi mevcut olabilir.

Aşama II (geri dönüşü olmayan aşama):

Erken — Ödem, uzvun yükseltilmesi ile artık düzelmez, çukurlaşma ödemi vardır.

Geç — Doku fibrozisi gelişir ve zamanla doku sertleşir, çukurlaşma ödemi oluşmaz. Stemmer işareti pozitiftir. Uzvun hacminde %20 ila %40 arasında artış olabilir.

Aşama III (Lenfostatik Elefantiazis): Çukurlaşma ödemi olmayan ileri düzey lenfödemdir. Aşama III genellikle lenfödem filariyazının ikincil nedeni ile ilişkilidir. Lipodistrofi ve papillomalar gibi trofik deri değişiklikleri ciltte görülür. Aşama III'te uzvun hacminde %40 veya daha fazla artış tipiktir.

Bu evreleme sistemleri, lenfödem sınıflandırmak, durumun ciddiyetini ve tedavi stratejilerini belirlemek için önemlidir.

Lenfödem Tanısı

Lenfödem tanısı detaylı bir öykü alımı ve fiziksel muayene ile yapılır. Hastanın yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi (VKİ), şişmenin başlangıcı, süresi, ödem başlatıcı faktörler, eşlik eden hastalıklar, kullanılan ilaçlar, sistemik tedaviler ve enfeksiyon varlığı bilgileri sorgulanmalıdır. Semptom değerlendirmesi önemlidir çünkü lenfö-demin başlangıcında şişme ve hacim değişiklikleri olmayabilir (Warren & ark., 2007).

Lenfödem, Stemmer testi sonucuna göre de değerlendirilir. Stemmer testi, cildi sıkıp kaldırarak yapılan bir değerlendirmedir. Eğer cilt sıkılıp kaldırılabiliriyorsa test negatiftir ve bu lenfödem olmadığı anlamına gelir. Kalınlaşmış cildi fibrotik değişiklikler

nedeniyle sı-kıp kaldırmak imkansızlaşmış ise test pozitifdir (Torgbenu & ark., 2023).

Hacimsel ölçüm, çevresel ölçüm, optoelektronik perimetri, fotoakus-tik lenfangiyografi ve biyoelektriksel empedans, uzuv hacmindeki artışı ölçmek için kullanılan yöntemlerdir. Lenfödemin aşama ve kalitesini değerlendirmek için çeşitli yöntemler olsa da, çevresel uzuv ölçümü en yaygın değerlendirme yöntemidir (Warren & ark., 2007; Torgbenu & ark., 2023). Belirli anatomik noktaların (metakar-pofalangeal, bilek, olekranon) seçilmesi ve belirli aralıklarla (4 cm, 10 cm) sağlıklı uzuvla karşılaştırılması ve aynı kişi tarafından ölçülmesi önerilmektedir. Herhangi bir noktada sağlıklı uzuvdan 2 cm'den fazla fark anlamlı kabul edilir. En yaygın kullanılan tanı kri-terlerinden biri de, etkilenen uzuv hacminde sağlıklı taraftan 2 cm veya ≥ 200 ml fark veya etkilenen uzuvda %5 veya %10 hacim farkıdır (Zuther, 2005; Warren & ark., 2007; Torgbenu & ark., 2023).

Biyoempedans spektroskopisi, fiziksel değişikliklerden önce latent lenfödemi, aşama 0 - tanımlamak için geliştirilmiştir. Cihaz, hücre dışı sıvıyı ölçer, ancak doğru kullanım ve ardışık ölçümler gerektirir ve şişme veya fibrozis olan hastalarda kullanışlı değildir. Biyoempe-dans, erken lenfödem tespitiine yardımcı olabilecek bir ölçüm modali-tesidir (Ward, 2015). Ultrason, lenfosintigrafi, bilgisayarlı tomografi (BT) taraması veya manyetik rezonans görüntüleme (MRG) da lenfödem tanısında kullanılan diğer yöntemlerdir (Tomczak, Nyka & Lass, 2005).

Lenfödem Tedavisi

Lenfödem tedavisi, çok disiplinli bir niteliğe sahiptir, maliyetlidir ve zaman alıcıdır. Lenfödemın mümkün olan en kısa sürede tanı alması ve uygun şekilde tedavi edilmesi, sonucu o kadar iyileştirir. Erken teşhis ve tedavi; şişmiş uzvun neredeyse normal hale gelmesini sağlar ve önemli komplikasyonların minimize edilmesine yardımcı olur. Lenfödem için mevcut tedavi; farmakolojik, rehabilitasyon ve cerrahi olarak ayrılabilir. Birincil ve ikincil lenfödemın tedavisinde genellikle komplet dekonjestif terapi (KDT) tercih edilir. KDT'nin yanı sıra, KDT'yi tamamlayıcı olarak kullanılabilcek çeşitli fizyoterapi stratejileri de bulunmaktadır (Tzani & ark., 2018).

Farmakolojik Tedavi

Lenfödem hastalarının birincil tedavisi için önerilen farmakolojik bir ajan yoktur. İlaç seçimi ek koşullara göre yapılmaktadır. Lenfödemın tedavisinde ilaç kullanımı genellikle antibiyotiklerle sınırlıdır; bunlar, lenfödemle sıkça ilişkilendirilen enfeksiyonları önlemek ve tedavi etmek için kullanılır (Forte & ark., 2019).

Rehabilitasyon

Lenfödem'in konservatif yönetimi için rehabilitasyon yaklaşımları şunları içerir: elektroterapötik ajanlar, manuel lenfatik drenaj, egzersiz, basınç terapisi, cilt bakımı, pnömatik kompresyon, ekstremitelerin yüksekte tutulması, termal terapi, komplet dekonjestif terapi (KDT), taping ve su içi lenfatik terapi. KDT (manuel lenfatik drenaj, egzersiz, basınç terapisi, cilt bakımı) ile lenfödem tedavisi, %45-70 oranında lenfödem hacminde azalma sağlayabilir. Başarılı bir fizyoterapi için gerekenler, her yöntemde özel olarak eğitilmiş, bilgili ve deneyimli hekimler, fizyoterapistler

ve hemşirelerin bulu-nabilirliğidir. KDT, lenfödem belirtilerini azaltır ve hastaların işlevselliğini, hareket kabiliyetini ve yaşam kalitesini artırması nedeniyle literatürde kabul görmüş en etkili tedavi yöntemidir (Tzani & ark, 2018).

a. Komplet Dekongestif Terapi (KDT)

Lenfödemin onaylanmış mevcut uluslararası standart terapisi, Uluslararası Lenfoloji Derneği'nin 2001 tarihli açıklamasına göre tam dekonjestif terapidir. KDT'nin amacı, uzuv hacmini ve fibrozisi azaltmak, hastalığın ilerlemesini durdurmak, enfeksiyonları önlemek ve lenfatik sıvının sağlam lenfatikler aracılığıyla geçişini sağlayarak komplikasyonların ve nükslerin önüne geçmektir (The International Society of Lymphology, 2020).

Tam dekonjestif tedavi, manuel lenf drenajı, kompresyon tedavisi, dekonjestif egzersizler ve cilt bakımının bir kombinasyonundan oluşmaktadır. KDT iki aşamada uygulanır. 1. aşamada, biriken pro-teın açısından zengin sıvıyı hareket ettirmek ve fibrosklerotik doku-ların azalmasını başlatmak amaçlanır (varsa). Faz 1'deki temel hedef, lenfödem hacmini azaltmaktır. Bu, sertifikalı bir terapist tarafından uygulanan yoğun bir aşamadır ve manuel lenfatik drenaj (MLD), et-kilenen uzvu kompresyon bandajları ile bandajlama, egzersizler ve cilt bakımını içerir. Bu yoğun aşamanın süresi değişkenlik gösterir ve üst ekstremitte lenfödemli hastalar için ortalama 2-3 hafta ve alt ekstremitte lenfödemli hastalar için 2-4 haftadır. İdeal olarak, tedavi günlük olarak, haftanın 5 günü yapılır. Bu ilk aşamadaki başka önem-li bir hedef ise, hastayı tedaviden elde edilen başarıyı sürdürmek ve iyileştirmek için tasarlanmış teknikler konusunda eğitmektir (uygun cilt bakımı, bandajların doğru

uygulanması, kompresyon giysilerinin giyilmesi vb.) (Cheville & ark., 2003; Mayrovitz, 2009; Bjork & Hettrick, 2019).

Tedavinin ilk aşamasının hemen ardından, başarının korunması ve iyileştirilmesi için planlanmış olan 2. aşama gelir. Bu aşama, ödemin geri dönme olasılığını, uzuv hacmini ve enfeksiyonu azaltmayı aynı zamanda yaşam tarzının değiştirilmesi konusunda hastayı bilgilendirilmeyi amaçlar. Bu fazda evde cilt bakımı, egzersiz, kendi kendine masaj ve kompresyon giysileri ile başlayan kendini yönetim aşama-sıdır (Cheville & ark., 2003; Mayrovitz, 2009; Bjork & Hettrick, 2019).

Lenfödem önlenmesi ve tedavisi için kritik olan eğitim ve cilt bakımı, KDT'nin her iki aşamasında da yapılmalıdır. Daha ciddi lenfödem vakalarında, 1. aşamayı tekrar etmek gerekebilir; lenfödem başka durumlarla ilişkilendirilmişse, KDT'nin bireysel adımları buna göre değiştirilir (Cohen, Payne, & Tunkel, 2001; Zuther, 2005).

Manuel Lenf Drenajı

Lenfödem ve ilgili durumların tedavisinde manuel lenf drenajının (MLD) amacı, genellikle yetersiz lenfatik drenaj alanının yanında bulunan sağlıklı lenf nodlarını ve lenf damarlarını manipüle etmeyi içerir. Sağlıklı alanlarda lenfangiomotorikteki artış, bir "vakum etkisi" yaratır, biriken lenf sıvısının yetersiz lenf akışı olan bir bölgeden normal lenfatik drenajı olan bir bölgeye taşınmasını sağlar ve böylece lenf sıvısının venöz sistem içine dönmesini teşvik edilir. MLD, "durağan daire", "pompa", "döner" ve "kazıma" olarak adlandırılan dört temel Vodder vuruşuna dayanan nazik bir manuel

tedavi tekniğidir. Tüm vuruşlarda ortak olan şey, çalışma aşaması ve din-lenme aşamasıdır (Földi & Strossenreuther, 2005).

Bir vuruşun çalışma aşamasında, deri altı dokulara gerilim uyarıları uygulanır, bu da lenf kapillerinin tutunma filamentlerinin ve lenf angionlarının duvarındaki düz kas dokusunun manipülasyonuna ve lenf sıvısının uygun yönde hareket etmesine neden olur. Bu aşama-daki basınç, deri altı dokuyu altında bulunan fasyaya elastik kapasite-kadar germek için yeterli olmalıdır. Bu hedefe ulaşmak için yüksek basınç uygulamak gerekli değildir. Aslında, çok fazla basınç, tutunma filamentlerine veya diğer lenfatik yapıların zarar görmesine veya lenf nodlarındaki lenfangiospazmaya neden olabilir. Ayrıca, basıncın aktif hiperemiye yol açmamak için yeterince hafif olması gerekir. Basınç miktarı bazen, bir bebek başını okşarken uygulanan basınç olarak tanımlanır. Ancak, fibrotik doku varsa daha fazla basınç gerekebilir. Basınç, dinlenme aşamasında serbest bırakılır, bu aşamada, terapistin eli pasif olarak başlangıç pozisyonuna geri hareket ederken derinin elastikiyeti, başlangıçtaki lenf damarları aracılığıyla doku sıvısını emer. Maksimum sonuçlara ulaşmak için, ya du-rağan bir desende ya da dinamik bir desende her çalışma aşamasının yaklaşık 1 saniye sürmesi ve aynı bölgede beş ila yedi kez tekrarlanması gerekir (Földi & Strossenreuther, 2005; Hansen, 2015).

Masaj, manuel lenf drenajı teknikleri ile karıştırılmamalıdır. Masaj teknikleri geleneksel olarak kas dokularında, tendonlarda ve bağlarda rahatsızlıkları tedavi etmek için uygulanır ve istenen etkiyi elde etmek için bu tekniklerle genellikle önemli basınçlar uygulanır. Öte yandan, manuel lenf drenajı son derece nazik manuel tekniklerden oluşur ve deri ve deri altı gibi yüzeysel dokulardaki sıvı

bileşenleri ve lenfatik yapılar üzerinde etkili olması için tasarlanmıştır. Bu iki te-rapötik uygulama için basınç ve endikasyonlar açısından önemli farklılıklar vardır ve masajın lenfödem tedavisinde kullanılmaması gerektiği bilinmelidir (Zuther, 2005; Hansen, 2015).

Manuel lenf drenajı (MLD) için genel kontrendikasyonlar şunlardır: kardiyak ödem, böbrek yetmezliği, akut enfeksiyonlar, akut bronşit, akut derin ven trombozudur. Maligniteler: MLD/KDT, palyatif teda-vi olarak endike olabilir. Bugüne kadar MLD'nin (veya diğer manuel tedavi tekniklerinin) kanserli hücrelerin vücudun diğer bölgelerine hızlı yayılmasını hızlandıracağına veya malign tümörlerin büyüme-sine katkıda bulunacağına dair bilimsel kanıt yoktur. Lokal kontren-dikasyonlar; karotid-sinüs sendromu, hipertiroidizm, gebelik, dis-menore, ileus, divertiküloz, aortik anevrizma (ağır aortik nabzın pal-pe edilmesi), yakın zamandaki geçirilmiş karın cerrahisi, derin ven trombozu, ince ve kalın bağırsakların inflamatuvar durumları, crohn hastalığı, ülseratif kolit, divertikülit, radyasyon fibrozisi, radyasyon sistiti, radyasyon koliti ve açıklanamayan ağrıdır (Földi & Strossen-reuther, 2005; Area, 2020; Zuther, 2005).

Kompresyon Terapisi

Lenfödemde, deri dokularının elastik lifleri hasar görmektedir. Uygun tedavi teknikleri kullanılarak lenfödem normale veya neredeyse normale indirilebilir olabilir, ancak lenfödem varlığını sürdürdükten sonra lenfatikler hiçbir zaman normale dönmez ve deri esnekliği tam olarak yeniden kazanılmayabilir. Etkilenen vücut kısmı her zaman sıvı birikimi riski altındadır. Bu nedenle, etkilenen

ekst-remite/vücut kısmının dış desteği, lenfödem yönetiminin temel bir bileşenidir. Kompresyon terapisindeki asıl amaç, MLD oturumu sıra-sında elde edilen dekongestif etkiyi sürdürmektir; yani, dokulardaki sıvı birikimini önlemektir. Kompresyon terapisinin sağladığı fayda-lar olmadan, lenfödem tedavisi başarılı olamaz. Tedavinin aşamasına bağlı olarak kompresyon terapisi belirli bandaj malzemeleri olan kısa germe bandajlar veya kompresyon giysileri veya her iki modalitenin bir kombinasyonu ile uygulanır (Horning & Guhde, 2007; Zuther, 2005).

Kompresyon bandajları ve giysileri dokulardaki ve bu dokularda bu-lunan kan ve lenf damarlarındaki basıncı artırır. Doku basıncı, kan kapillerleri ile dokular arasındaki sıvı değişimi açısından önemli bir rol oynar. Artan doku basıncının yararlı etkileri özellikle uçak seya-hati sırasında önemlidir. Venöz ve lenfatik dönüşü iyileştirir. Dış kompresyon, bu sıvıları proksimal yönde iter; ayrıca bu damarlarda bulunan kapakların işlevini iyileştirir. Ek olarak, net filtrasyonu azal-tır (kan kapiller basıncı [KKB] - interstisyel sıvı basıncı [ISB]) ve aktivite sırasında kas ve eklem pompalarının etkinliğini artırır. Bo-şaltılmış lenf sıvısının yeniden birikmesini önler ve MLD ile elde edilen sonuçları korur. Ek olarak, bağ dokusu ve yara dokusunun kırı-lmasına ve yumuşatılmasına yardımcı olur. Kullanılan malzemelere bağlı olarak (kompresyon giysileri, kısa germe bandajları), yüksek çalışma basıncı ve düşük dinlenme basıncı sağlar. Doğru uygulanan kompresyon bandajları güvenli ve etkilidir. Çoğu hasta, birkaç uygu-lamadan sonra kompresyon bandajını iyi tolere eder ve uyum sağlar. Hasta, bandajları giyerken normal aktivite düzeyini korumalı ve de-

konjestif egzersiz programını uygulamalıdır (King & Droessler, 2001; Zuther, 2005).

Lenfödemli hastalar, ekstremitenin dekonjestif hale getirilmesi ta-mamlandıktan sonra (KDT'nin 2. fazı) bandajlardan elastik kompres-yon giysilere geçerler. Ödemli ekstremitenin dekonjestif hale geti-rilmesi sırasında elde edilen tedavi başarısını korumak için, komp-resyon giysilerinin hastanın yaşamı boyunca giyilmesi gerekir. Kompresyon giysileri, tek başlarına şişliği azaltmazlar, bu nedenle tedavi edilmemiş, şişmiş bir ekstremiteye giyilmemelidir. Kompres-yon giysileri, birden fazla boyutta, varyasyonda (dairesel örgü, düz örgü), stilde, kompresyon seviyelerinde (veya sınıflarda) ve malzeme-lerde üretilirler ve standart boyutlarda sipariş edilebilir veya özel olarak da üretilebilirler. Ekstremitede kompresyon uygulaması kalp ödemi, periferik arter hastalıkları, akut enfeksiyonlar (selülit, erizi-pel) durumlarında kontraindikedir. Bazı durumlar da (hipertansiyon, kalp ritim bozuklukları, ekstremitenin duyusunda azalma veya yok-luğu, kısmi veya tam felç, sarkık ekstremiteler, yaş, kalp yetmezliği, hafif ila orta derecede arteriyel tıkanıklık hastalığı, diyabet, malign lenfödem) kompresyon tedavisi dikkatli kullanılmalıdır (göreceli kontrendikasyonlar) (Brennan & Miller, 1998; Zuther, 2005).

Egzersiz

Düzenli egzersizin sağlık faydaları, özellikle lenfödemli hastalar veya lenfödem riski taşıyan hastalar için göz ardı edilemez. Egzersizin sağladığı faydalar arasında: kilo azaltma ve yönetme; enerjiyi artırma, ruh hali ve bağışıklık fonksiyonunu iyileştirme; kronik sağlık koşulları ve hastalıklarla mücadele etme, sosyalleşme ve rek-

reasyon sağlama bulunur. Egzersiz programının amacı, lenf dolaşımını iyileştirmek ve fonksiyonel yeteneği maksimize etmektir (Zuther, 2005).

KDT'nin yoğun fazında yapılan egzersize "iyileştirici egzersiz" denir. İyileştirici egzersiz, yoğun fazda etkilidir ve terapistin gözetiminde yapılması gerekmektedir. Bu özel egzersizler, kompresyon bandajları uygulandığı sırada yapılarak, vücudun dokuyu yeniden şekillendirmesine ve lenfatik sisteminin dolaşım sistemine geri dönüşünü artırarak etkilenen dokunun dekonjeste olmasına yardımcı olur. Dekongestif tedaviyi tamamlayan bir hastanın, egzersiz programına başlamadan önce kompresyon giysisine sahip olması gerekir. Tüm egzersizlerin yavaş yavaş başlatılması ve yavaş bir hızda ilerlemesi gerekmektedir; ilerleme öncesi etkilenen bölge herhangi bir değişiklik açısından değerlendirilmelidir. Hastanın egzersiz yaparken kullandığı form ve tekniklere özellikle dikkat edilmelidir. Değişiklikler gerekebilir, örneğin setler arasında yeterli dinlenme aralıklarının sağlanması gibi (Pritschow & Schuchhardt, 2010; Executive Committee, 2016).

Lenfatik sistemin dolaşıma geri dönüşünü sağlamak ve artırmak için derin karın solunumu egzersizlerin temel bir bileşenidir. Diyaframın hareketi, karın, kaburga ve belin içe ve dışa doğru hareketleriyle birleşerek genel sağlığı, peristaltizmi ve venöz kanın kalbe dönüşünü teşvik eder. Ayrıca, lenfödemli bireyler çeşitli egzersiz tiplerini uygulayabilirler. Aerobik egzersizler lenf akışını iyileştirir ve hastaların formda kalmasına yardımcı olur. Dayanıklılık egzersizleri kas gücünü artırır, bağları güçlendirir ve kilo kontrolüne katkı sağlar. Ağırlıklı egzersizler lenfödemli hastalar için faydalıdır ancak uygun önlemler alınmalıdır. Güç seviyesinin

iyileştirilmesi, günlük görev-lerin daha az çaba harcanarak yapılmasını sağlar ve kas dengesini geri kazandırabilir. Ek olarak, Yüksek riskli aktivitelerden kaçınıl-malı ve hastaların kendi vücutlarına uygun aktiviteleri seçmeleri önemlidir (Pritschow & Schuchhardt, 2010; Kwan & ark., 2011).

Egzersizler, basınç bandajları giyilerek günde en az iki kez ~10-15 dakika boyunca yapılır. Hastanın uyumunu teşvik etmek için, öğre-nilmesi ve uygulanması kolay bir egzersiz protokolü oluşturmak önemlidir. Kısa protokoller öğretilmeli ve hastanın bireysel ihtiyaçlarına ve kısıtlamalarına göre uyarlanmalıdır. Fizyoterapist, egzersiz programını düzenli olarak izlemelidir. Lenfatik taşıma kapasitesinde daha fazla azalmaya neden olabilecek yüksek riskli aktiviteler, ön-lenmelidir veya minimumda tutulmalıdır. Dengeli bir rekreasyonel aktiviteler programı, genel sağlığı destekler, lenf drenajını iyileştirir ve kiloyu kontrol eder (Zuther, 2005; Kwan & ark., 2011; Executive Committee, 2016).

Cilt ve Tırnak Bakımı

Lenfödemden muzdarip hastalar, cilt ve tırnak enfeksiyonlarına karşı hassastır. Bu bölgelerin titiz bir şekilde bakımı, KDT'nin başarısı için hayati öneme sahiptir. Cilt genellikle bakteri ve diğer patojenlere karşı geçirimsizdir, ancak travma, ısı veya diğer nedenlerden kaynaklanan herhangi bir cilt kusuru, patojenler veya enfeksiyon ajanları için bir giriş kapısı olabilir (Flour, 2013). Lenfödemli dokular, patojenlerin ideal üreme ortamı olarak hizmet eden protein açısından zengin sıvı ile doymuştur. Ek olarak, artan difüzyon mesafesi nedeniyle lokal bağışıklık savunması düşüktür, bu da etkilenen bölgedeki savunma hücrelerinin zamanında vermesi gereken yanıtı

engeller. Lenfödemli cilt ayrıca kalınlaşabilir ve pullu hale gelebilir, bu da cilt çatlaklarının ve yarıklarının riskini artırır. Streptococcus bakterileri, lenfödemli hastalarda en sık enfeksiyonlara neden olan etkenlerdir. Vücudun savunma mekanizması başlangıçta yavaş tepki verir; bu nedenle, enfeksiyöz bakteriler çoğalabilir ve vücudun diğer bölgelerine göç edebilir. İltihabın süreci ciddi bir tıbbi krize dönüşebilir ve lenfödem ilerlemesini hızlandırarak durumu çok daha kötü hale getirebilir. Bu nedenle, cilt ve tırnak bakımında temel amaç enfeksiyonun önlenmesi ve kontrol edilmesidir. Hastalara cildin sağlığını ve bütünlüğünü korumak için uygun temizlik ve nemlendirme teknikleri öğretilmelidir (Fife & ark., 2017; Pritschow & Schuchhardt, 2010).

Lenfödem bandajları uygulanmadan önce, lenfödem için formüle edilmiş uygun merhem veya losyonlar uygulanmalıdır. Ekstremitde dekonjestif fazda olduğunda, limb dekonjestif hale geldikten ve hasta kompresyon giysileri giydiğinde, nemlendirici merhemler günde iki kez uygulanmalıdır. Lenfödem yönetiminde kullanılan merhemler ve sabunlar veya diğer cilt temizleyicileri, iyi nemlendirme özellikleri-ne sahip olmalı, parfüm içermemeli, hipoalerjenik olmalı ve nötr veya asidik pH ölçeğinin belirli bir aralığında (yaklaşık pH 5.0 civa-rında) formüle edilmelidir. Normal cilt pH'sı yaklaşık olarak 5.0 civarındadır. Cilt bakım ürünlerine olası alerjik reaksiyonları tanım-lamak için, öncelikle sağlıklı cilt üzerinde test edilmelidir. Komp-resyon kollukları veya çorapları, ayrıca kompresyon bandajlarında kullanılan malzemeler, cilt tahrişine neden olabilir. Ayrıca, bazı has-talar, bu malzemelere alerjik olabilir. Bu durum genellikle başka malzemelere geçerek kolayca çözülebilir. Ek olarak, sivrisineklerin yoğun olduğu

bölgelerde, ısırıklara neden olabilecekleri için etkilenen uzvun üzerine böcek kovucular uygulanması gerekir (bazı nem-lendiriciler doğal böcek kovucular içerir) (Flour, 2013; Nowicki & Siviour, 2013; Zuther, 2005).

b.Termoterapi

Buz, sıcak, termal ultrason, hidroterapi, sıcak paketler, sauna-lar, kontrast banyolar ve parafin, lenfödem yönetiminde etkilenen uzvun ve aynı tarafındaki gövde dörtlüğünün tümü için kontrendikedir. Temel ve ileri fizyoloji, yukarıda bahsedilen herhangi bir moda-liteyle aktif hipereminin meydana geldiğini belirtmektedir. Vazodilatasyon, kan kapiller basıncını artırır ve suyun lenfatik yükünü artırır. Herhangi bir modalite, etkilenen uzvun veya "risk altındaki uzvun" ve/veya aynı tarafındaki gövde dörtlüğünün vazodilatasyona neden olması durumundan kaçınılmalıdır (Executive Committee, 2016).

c. Elevasyon

Lenfödemden etkilenen bir uzvun basit bir şekilde yükseltilmesi şişliği azaltmaya yardımcı olabilir. Bu özellikle evre 1 lenfödem durumunda geçerli olabilir. Lenfödemli uzuv, yükselme ile azalıyorsa, etki uygun kompresyon giysileri giyilerek korunmalıdır (Executive Committee, 2016; The International Society of Lymphology, 2020).

d. Aralıklı Pnömatik Kompresyon

Son teknolojik gelişmeler ile gelişmiş ve yeni nesil kompresyon pompaları, şişirilebilir çok odalı kolluklardan oluşur ve bu kolluklar, sıkıştırılmış hava taşıyan bir pompa ile bağlantılı olan borular kullanılarak birbirine bağlanır. Pompa, kollukları dizi halinde dis-

tal'den proksimal'e doğru sıralı olarak şişirir. Gelişmiş pnömatik kompresyon sistemleri, ekstremitelerden sıvıyı boşaltmadan önce gövdedeki drenaj alanlarını hazırlamak üzere tasarlanmış şişirilebilir odalar içeren gövde giysilerini de içermektedir. Pompalar, interstisyel boşluklardan suyun çıkarılmasında etkilidir, ancak proteinleri çıkaramazlar. Pnömatik kompresyonun uygulanması, lenfödemli uzuvdaki su içeriğini azaltır ve uzuv başlangıçta küçülür. Ancak, interstisyel su içeriği azaltılsa da, birikmiş protein molekülleri doku içinde kalırsa, interstisyel sıvı kolloid osmotik basıncı artır. Bu, kan kapillerlerinden daha fazla suyun çıkmasına neden olur, şişmeyi daha da kötüleştirir. Doku içinde kalan proteinler, yeni bağ doku oluştur-maya devam eder. Phillips & Gordon, 2019; Zuther, 2005; Tzani & ark., 2018). 2001'de Miranda ve ark. (2001) sıralı aralıklı pnömatik kompresyon (SAPK) ile prospektif, kör bir çalışma protokolü gerçek-leştirmiştir. Çalışma, SAPK öncesi ve SAPK'nin 3 saatlik bir oturu-mundan sonra etkinliğini 11 hasta üzerinde değerlendirmiştir. Çalışma, kompresyonun lenf sıvısının (örneğin, su) taşınımını artırdığını, ancak makromoleküllerin (örneğin, protein) taşınımını artırmadığını rapor etmiştir (Miranda & ark., 2001).

Pnömatik kompresyon cihazlarının kullanımıyla ilgili başka bir endişe ise, cihazda gösterilen uygulanan basıncın, cilde iletilen gerçek basınçtan farklı olabileceğidir. Cilt yüzeyine aşırı basınç uygulayan cihazlar, yüzeysel lenfatik yapılar üzerinde zararlı bir etkiye sahip olabilir (Terrazas, 2005; Tzani & ark., 2018). Lenfödem yönetimi için pnömatik kompresyon pompalarının kullanımı hala tartışma konusu olmaya devam etmektedir. Bu sistemlerin objektif

klirik fayda ve maliyet etkinliği üzerine daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır (Feldman & ark., 2012).

e. Diğer

Düşük seviyeli lazer terapisi (DSLTL) cihazları, doku sıcaklığında bir artış olmadan dokuya derinlemesine nüfuz edebilen belirli bir dalga boyunda ışık üreten kızılötesi lazerlerdir. Bu cihazlar, lenfödem için ek bir tedavi seçeneği olarak Amerika Birleşik Devletleri (ABD) pazarına tanıtılmış ve Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) tarafından 2006 yılında onaylanmıştır. Birkaç son çalışma, düşük seviyeli lazer terapisinin bazı hastalarda lenfödem çevresini azaltmada etkili olabileceğini ve ekstremitedeki sert dokuyu yumuşatmaya ve ağrıyı azaltmaya yardımcı olabileceğini öne sürmektedir (Dirican & ark., 2011; Smoot & ark., 2015; Tzani & ark., 2018). DSLTL'nin lenfödem belirtilerinden bazılarını hafifletmede bazı umut-lar gösterdiği halde, bu etkilerin nasıl gerçekleşebileceği tam olarak net değildir ve DSLTL 'nin etkinliğine dair kanıtlar sınırlıdır; DSLTL'nin lenfödem tedavisinde yardımcı bir modalite olarak kullanışlılığının doğrulanabilmesi için daha fazla çalışma gerekmektedir (Omar & ark., 2012; Smoot & ark., 2015; Tzani & ark., 2018).

Lenfödem tedavisinde taping uygulaması, lenfatik drenajı destekle-mek, doku sıkışmasını azaltmak ve lenfatik dolaşımı teşvik etmek amacıyla kullanılan bir yöntemdir. Taping, özel elastik bantların cilt üzerine uygulanmasıyla gerçekleştirilir ve genellikle lenfödemli böl-geye yönelik özel tekniklerle yapılır. Bu teknikler, bölgedeki lenfatik akışı artırmak ve lenfatik sıvıyı uygun şekilde yönlendirmek için tasarlanmıştır. Taping'in lenfödem tedavisindeki rolü, lenf drenajını optimize etmek ve doku sıkışmasını azaltarak

ödem miktarını kont-rol altına almak suretiyle lenfödem belirtilerini hafifletmek için önemlidir. Uygulama, bir fizyoterapist veya uzman tarafından yapıl-malıdır ve tedavinin diğer unsurlarıyla birlikte kullanıldığında etkin sonuçlar sağlayabilir (Yang & Lim, 2023; González Blanco & Soto González, 2020; Tzani & ark., 2018).

Cerrahi Tedavi

Konservatif yöntemler lenfödem yönetiminde ilk yaklaşımlardır. Lenfödem cerrahi tedavisinin amaçları; fonksiyonu korumak veya geri kazanmak, enfeksiyon riskini azaltmak, hastalık ilerlemesini önlemek ve deformiteyi sınırlamaktır. Lenfödemin tedavisinde cerrahi nadiren kullanılır. Uluslararası Lenfoloji Derneği'nin 2009 Konsensüs Belgesi'nde belirtildiği gibi, bu durum için cerrahi yaklaşımlar iyileştirici değildir ve genellikle tam dekonjestif terapi (KDT) gibi koruyucu tedavilerin açıkça başarısız olduğu durumlarda uygulanmalıdır. Genel olarak, cerrahi yaklaşımlar eksizyonel veya rekonstrüktif olarak sınıflandırılabilir (Schaverien & Coroneos, 2019; Tzani & ark., 2018; Zuther, 2005).

Referanslar

Area, S. (2020). Application of Basic MLD Techniques on Different Parts of the Body.

Azhar, S. H., Lim, H. Y., Tan, B. K., & Angeli, V. (2020). The unre-solved pathophysiology of lymphedema. *Frontiers in physiology*, 11, 137.

Bálint, L., & Jakus, Z. (2021). Mechanosensation and mechanotrans-duction by lymphatic endothelial cells act as important regulators of lymphatic development and function. *International Journal of Mole-cular Sciences*, 22(8), 3955.

Borman, P. (2018). Lymphedema diagnosis, treatment, and follow-up from the view point of physical medicine and rehabilitation specia-lists. *Turkish journal of physical medicine and rehabilitation*, 64(3), 179.

Bjork, R., & Hettrick, H. (2019). Lymphedema: new concepts in di-agnosis and treatment. *Current Dermatology Reports*, 8, 190-198.

Brayton, K. M., Hirsch, A. T., O' Brien, P. J., Cheville, A., Karaca-Mandic, P., & Rockson, S. G. (2014). Lymphedema prevalence and treatment benefits in cancer: impact of a therapeutic intervention on health outcomes and costs. *PLoS One*, 9(12), e114597.

Brennan, M. J. (1992). Lymphedema following the surgical treatment of breast cancer: a review of pathophysiology and treatment. *Journal of Pain and Symptom Management*, 7(2), 110-116.

Brennan, M. J., & Miller, L. T. (1998). Overview of treatment options and review of the current role and use of compression garments, intermittent pumps, and exercise in the management of lymphedema. *Cancer: Interdisciplinary International Journal of the American Cancer Society*, 83(S12B), 2821-2827.

Cheville, A. L., McGarvey, C. L., Petrek, J. A., Russo, S. A., Taylor, M. E., & Thiadens, S. R. (2003, July). Lymphedema management. In *Seminars in radiation oncology* (Vol. 13, No. 3, pp. 290-301). WB Saunders.

Cohen, S. R., Payne, D. K., & Tunkel, R. S. (2001). Lymphedema: strategies for management. *Cancer: Interdisciplinary International Journal of the American Cancer Society*, 92(S4), 980-987.

Dirican, A., Andacoglu, O., Johnson, R., McGuire, K., Mager, L., & Soran, A. (2011). The short-term effects of low-level laser therapy in the management of breast-cancer-related lymphedema. *Supportive care in cancer*, 19, 685-690.

Erickson, V. S., Pearson, M. L., Ganz, P. A., Adams, J., & Kahn, K. L. (2001). Arm edema in breast cancer patients. *Journal of the National Cancer Institute*, 93(2), 96-111.

Executive Committee. (2016). The diagnosis and treatment of peripheral lymphedema: 2016 consensus document of the International Society of Lymphology. *Lymphology*, 49(4), 170-184.

Feldman, J. F., Stout, N. L., Wanchai, A., Stewart, B. R., Cormier, J. N., & Armer, J. M. (2012). Intermittent pneumatic

compression therapy: a systematic review. *Lymphology*, 45(1), 13-25.

Fife, C. E., Farrow, W., Hebert, A. A., Armer, N. C., Stewart, B. R., Cormier, J. N., & Armer, J. M. (2017). Skin and wound care in lymphedema patients: a taxonomy, primer, and literature review. *Advances in skin & wound care*, 30(7), 305-318.

Flour, M. (2013). Dermatological issues in lymphoedema and chronic oedema. *THE INTERNATIONAL LYMPHOEDEMA FRAMEWORK*, 49.

Forte, A. J., Boczar, D., Huayllani, M. T., Lu, X., & McLaughlin, S. A. (2019). Pharmacotherapy agents in lymphedema treatment: A systematic review. *Cureus*, 11(12).

Földi, M., & Strossenreuther, R. (2005). *Foundations of manual lymph drainage*. Elsevier Health Sciences.

Grada, A. A., & Phillips, T. J. (2017). Lymphedema: Pathophysiology and clinical manifestations. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 77(6), 1009-1020.

González Blanco, E., & Soto González, M. (2020). Efficacy of Kinesio® taping in the treatment of lymphoedema after breast cancer: a systematic review. *Journal of Lymphoedema*, 15(1).

Hansen, M. M. (2015). *Manual therapy techniques in lymphedema treatment* (Doctoral dissertation, Florida Gulf Coast University).

Hespe, G. E., Nitti, M. D., & Mehrara, B. J. (2015). Pathophysiology of lymphedema. *Lymphedema: Presentation, diagnosis, and treatment*, 9-18.

Horning, K. M., & Guhde, J. (2007). Lymphedema: an under-treated problem. *Medsurg Nursing*, 16(4), 221.

International Society of Lymphology Executive Committee. The Di-agnosis and Treatment of Peripheral Lymphedema: 2020 Consensus Document of the International Society of Lymphology. 2020.

Kataru, R. P., Wiser, I., Baik, J. E., Park, H. J., Rehal, S., Shin, J. Y., & Mehrara, B. J. (2019). Fibrosis and secondary lymphedema: chic-ken or egg?. *Translational Research*, 209, 68-76.

Keast, D. H., Despatis, M., Allen, J. O., & Brassard, A. (2015). Chro-nic oedema/lymphoedema: under-recognised and under-treated. *In-ternational wound journal*, 12(3), 328-333.

King, T. I., & Droessler, J. L. (2001). Physical properties of short-stretch compression bandages used to treat lymphedema. *The Ameri-can Journal of Occupational Therapy*, 55(5), 573-576.

Kwan, M. L., Cohn, J. C., Armer, J. M., Stewart, B. R., & Cormier, J. N. (2011). Exercise in patients with lymphedema: a systematic re-view of the contemporary literature. *Journal of Cancer Survivorship*, 5, 320-336.

Lee, B. B., Rockson, S. G., & Bergan, J. (Eds.). (2018). *Lymphede-ma: a concise compendium of theory and practice*. Springer.

Mayrovitz, H. N. (2009). The standard of care for lymphedema: cur-rent concepts and physiological considerations. *Lymphatic Research and Biology*, 7(2), 101-108.

Miranda Jr, F., Perez, M. D. C., Castiglioni, M. L. V., Juliano, Y., Amorim, J. E. D., Nakano, L. C. U., ... & Burihan, E. (2001). Effect of sequential intermittent pneumatic compression on both leg lymph-hedema volume and on lymph transport as semi-quantitatively evalu-ated by lymphoscintigraphy. *Lymphology*, 34(3), 135-141.

Nowicki, J., & Siviour, A. (2013). Best practice skin care manage-ment in lymphoedema. *Wound Practice & Research: Journal of the Australian Wound Management Association*, 21(2), 61-65.

of Lymphology, I. S. (2013). The diagnosis and treatment of periphe-ral lymphedema: 2013 Consensus Document of the International So-ciety of Lymphology. *Lymphology*, 46(1), 1-11. The diagnosis and treatment of peripheral lymphedema: 2013 Consensus Document of the International Society of Lymphology. *Lymphology*. 2013Mar;46(1):1–11.

Omar, M. T. A., Shaheen, A. A. M., & Zafar, H. (2012). A systematic review of the effect of low-level laser therapy in the management of breast cancer-related lymphedema. *Supportive Care in Cancer*, 20, 2977-2984.

Ozaslan, C., & Kuru, B. (2004). Lymphedema after treatment of bre-ast cancer. *The American Journal of Surgery*, 187(1), 69-72.

Phillips, J. J., & Gordon, S. J. (2019). Intermittent pneumatic comp-ression dosage for adults and children with lymphedema: a systema-tic review. *Lymphatic research and biology*, 17(1), 2-18.

Pritschow, H., & Schuchhardt, C. (2010). Lymphedema: Management and Complete Physical Decongestive Therapy: a Manual for Treatment. Cologne, Germany: Viavital Verlag.

Saito, Y., Nakagami, H., Kaneda, Y., & Morishita, R. (2013). Lymphedema and therapeutic lymphangiogenesis. BioMed research international, 2013.

Schaverien, M. V., & Coroneos, C. J. (2019). Surgical treatment of lymphedema. Plastic and reconstructive surgery, 144(3), 738-758.

Smoot, B., Chiavola-Larson, L., Lee, J., Manibusan, H., & Allen, D. D. (2015). Effect of low-level laser therapy on pain and swelling in women with breast cancer-related lymphedema: a systematic review and meta-analysis. Journal of Cancer Survivorship, 9, 287-304.

Sleigh, B. C., & Manna, B. (2019). Lymphedema.

Terrazas, S. G. (2005). Rehabilitation of lymphedema following breast cancer. The University of Texas at El Paso.

Tomczak, H., Nyka, W., & Lass, P. (2005). Lymphoedema: lymphoscintigraphy versus other diagnostic techniques-a clinician's point of view. Nuclear Medicine Review, 8(1), 37-43.

Torgbenu, E., Luckett, T., Buhagiar, M. A., & Phillips, J. L. (2023). Guidelines relevant to diagnosis, assessment, and management of lymphedema: a systematic review. Advances in Wound Care, 12(1), 15-27.

Tzani, I., Tsichlaki, M., Zerva, E., Papathanasiou, G., & Dimakakos, E. (2018). Physiotherapeutic rehabilitation of lymphedema: State-of-the-art. *Lymphology*, 51(1), 1-12.

Ward, L. C. (2015). Bioelectrical impedance spectrometry for the assessment of lymphoedema: principles and practice. *Lymphedema: Presentation, Diagnosis, and Treatment*, 123-132.

Warren, A. G., Brorson, H., Borud, L. J., & Slavin, S. A. (2007). Lymphedema: a comprehensive review. *Annals of plastic surgery*, 59(4), 464-472.

Yang, J., & Lim, E. J. (2023). A Systematic Review of Kinesiology Taping in Patients With Lymphedema. *Physical Therapy Korea*, 30(4), 288-305.

Yoshida, S., Koshima, I., Hamada, Y., Sasaki, A., Fujioka, Y., Naga-matsu, S., ... & Yamashita, S. (2019). Lymphovenous anastomosis aids wound healing in lymphedema: relationship between lymphedema and delayed wound healing from a view of immune mechanisms.

Zuther, J. E. (2005). *Lymphedema management: the comprehensive guide for practitioners*. (No Title).

BÖLÜM III

Lumbal Bölge Patolojilerinde Değerlendirme Yöntemleri

İrem VALAMUR¹

1. Giriş

Lumbal bölge omurganın ağırlığını taşır ve yükün ayaklara aktarılmasında bir geçiş bölgesidir. Bu açıdan lumbal bölgenin detaylı bir şekilde değerlendirilmesi önemlidir. Değerlendirme anında, hastanın şikâyetleri, problemin primer nedenin ne olduğu, sekonder olarak etkilenen bölgeler, açığa çıkmış olan kompensatuar hareketler tedavi için de oldukça önemlidir. Aynı zamanda lumbal bölge değerlendirmesi tedavinin etkinliğini arttıracaktır (Shahidi ve ark., 2017).

¹ Arş. Gör., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, Kırşehir/Türkiye, Orcid: 0000-0003-4478-3660, iremvalamur@gmail.com

2. Hikâye ve Gözlem

Hastanın hikâyesinin ayrıntılı bir şekilde alınması oldukça önemlidir. Demografik bilgiler, aile öyküsü, önceden alınmış olan tedaviler kaydedilir. Problemin başlama nedeni, ne zaman başladığı, semptomların ne zaman ve hangi durumlarda artıp azaldığı sorgulanır.

Hasta anatomik duruşta iken, hastanın ayaklarından başlanıp başına kadar cildi, kas ve kemik yapısı, kas kütlesi, postürü değerlendirilir (Uzuner ve Uyar, 2017). Servikal ve lumbal lordoz, torakal ve sakral kifoz, omuzların, kalçaların ve dizlerin seviyeleri, ekstremitelerdeki kas atrofi ve spazmı gözlemlenir (Chou, 2017). Hastanın yürüyüşü, eğer varsa renk ve şekil değişiklikleri gözlemlenmelidir. Cilt üzerinde oluşmuş olan sütlü kahve lekeleri, kılların artması ve lipoma altta yatan konjenital veya nörolojik bir patolojiye işaret edebilir (Polat, 2017).

3. Ağrı Değerlendirme Yöntemleri

Ağrı uluslararası ağrı araştırmaları teşkilatına göre; var olan veya doku hasarı ile beraber seyreden, bu hasar ile tanımlanabilen, hoşla gitmeyen emosyonel ve duysal subjektif bir deneyim olarak tanımlanmaktadır (Yağcı ve Saygın, 2019). Ağrı, tedavi programlarının etkili bir şekilde oluşturulabilmesi için oldukça önemlidir. Ağrının karakteri, başlama zamanı, şiddeti, yayılımı, lokalizasyonu, istirahat ve egzersiz anındaki seviyesi, hangi hareketle artıp azaldığı sorgulanmalıdır.

3.1. Ağrı Şiddeti

Ağrı şiddeti, ağrının anlaşılabilir, ölçülebilir, objektif bir değer ile ifade edilmesini sağlamaktadır. Ağrı şiddeti, hastanın

kendisi tarafından değerlendirilen tek ve çok boyutlu ölçekler kullanılarak ölçülebilir (Takmaz, 2017).

3.1.1. Ağrı Şiddeti Ölçüm Yöntemleri

3.1.1.1. Sözel Değerlendirme Ölçeği

Sözel değerlendirme ölçeği ile ağrı değerlendirmesinde, hastadan sunulan ifadelerden birisi ile ağrı düzeyini eşleştirmesi istenir (Edwards ve Berde, 2011).

3.1.1.2. Görsel Analog Skala

Görsel Analog skala hastanın istirahat ve aktivite sırasında oluşan ağrı şiddetini ölçmek için sıklıkla kullanılan ölçeklerden biridir. Skalada hastanın şikâyet derecesini işaretleyebileceği 10 cm uzunluğunda bir çizgi bulunmaktadır. Çizginin sol kısmı (hiç ağrı yok) ile sağ kısmı (dayanılmaz ağrı) arasında hastadan şikâyet derecesini göstermesi istenir (Faiz, 2014).

3.1.1.3. Sayısal Analog Skala

Hastanın ağrı şiddetini 0 ile 10 arasında puanlaması istenir. “0” hiç ağrı yok anlamına gelirken, “10” dayanılmaz ağrıyı ifade eder (Beltramini ve ark., 2017).

3.1.1.4. Basınç Ağrı Eşiği

Ağrı eşiği, sensoriyal algılama alanlarının uyarılması ile korteks ve talamusta ağrı deneyimine neden olacak minimum uyarı oluşması olarak tanımlanır (Kayhan, 2004). Basınç ağrı eşiği ağrıya neden olan minimum basınçtır. Basınç ağrı eşiğinin değerlendirilmesinde çalışmalarla geçerli ve güvenilir olduğu bildirilen algometre cihazı kullanılır (Kosek ve ark., 1993). Cihaz ile ölçüm yapmak için lumbal bölge referans noktalarının belirlenmesi

gerekir. Noktalar belirlendikten sonra referans noktaya basınç uygulandığında ağrının hissedildiği ilk yer kaydedilir (Erdine ve ark., 2001).

3.1.1.5. Ağrı Tolerasyon Eşiği

Ağrı tolerasyonu hastanın tolere edebileceği ağrıya neden olan en büyük uyarının oluşmasıdır. Ağrı tolerasyon eşiği de algometre cihazı ile ölçülür. Cihaz ile referans bölgeye basınç uygulandığında hastanın dayanabileceği en son nokta ağrı tolerasyon eşiğidir (Özorak, 2010).

4. Palpasyon

Palpasyona öncelikle yüzeysel olarak başlanıp ardından derin dokulara inilmelidir. Spondilolisteziste spinöz çıkıntılar arasında oluşan basamak bulgusu, spina bifida da spinöz çıkıntıların palpe edilememesi ve oluşan çukurluk hissi, lumbal disk hernisinde valleix noktalarında hassasiyet, kaslarda oluşmuş olan spazm ve tetik noktalar palpasyon ile değerlendirilir (Polat, 2017; Uzuner ve Uyar, 2017). Lumbosakral bölge değerlendirildiğinde sakroiliak eklem, torakal ve lumbal iliokostallar, torakal longissimus, multifidus, priformis kasları değerlendirilmelidir (Jarvik & Deyo, 2002).

5. Eklem Hareket Açıklığı Değerlendirmesi

Lumbal bölge eklem hareket açıklığı değerlendirmesinde sakroiliak eklem ve kalça eklemi göz önünde bulundurulmalıdır. Lumbal bölgenin eklem hareket açıklığı değerlendirilirken, hareket anında ağrı oluşması, ağrının neden olduğu limitasyonlar not edilmelidir (Ülger, 2022). Lumbal bölgenin başlıca hareketleri ekstansiyon, fleksiyon, sola ve sağa lateral fleksiyon, sola ve sağa

rotasyondur. Lumbal bölgenin eklem hareket açıklığı gonyometrik ölçüm ile derece cinsinden ölçülebilir (Güngürür ve Sarpel, 2022). Fleksiyon hareketi ile ağrı artıyor ise kas spazmı, kompresyon kırıkları veya disk materyali ile ilgili patolojiler düşünülebilir. Ekstansiyon hareketi ile ağrı artıyorsa spondilolistezis, spinal stenoz veya faset eklem patolojileri düşünülebilir (Jarvik ve Deyo, 2002).

6. Kas Kuvveti ve Endurans Değerlendirmesi

Lumbal bölgede meydana gelen ağrı varlığında kas kuvveti ve endurans sebebi farketmeksizin etkilenmektedir (Ülger, 2022). Kas kuvveti, mevcut bel ağrısında radikülopatiye işaret edebilir (Jarvik ve Deyo, 2002). Gövde ekstansörleri, fleksörleri, oblik kaslar, transversus abdominus, lateral abdominaller, kalça ekstansör ve abdüktörleri değerlendirilir. Gövde kaslarının endurans değerlendirilmesi dinamik ve statik olarak yapılabilir. Statik değerlendirici testler, gövde fleksörleri endurans, lateral köprü, Biering Sorenson testidir. Dinamik endurans değerlendirme testleri ise modifiye push-ups ve sit-ups testidir (Kuzu ve ark., 2020). Literatür incelendiğinde geçerli ve güvenilir olduğu kabul edilen beş kez otur kalk testi de spesifik olmayan kronik bel ağrısı olan hastalarda alt ekstremitte kas kuvvetinin değerlendirilmesinde kullanılan güncel ve kolay bir yöntemdir (Özüdoğru ve ark., 2023).

7. Esneklik Değerlendirmesi

Alt ekstremitte ve spinal mobilite esnekliği birbiriyle ilişkilidir. Kas esneklik testleri özel testlerden önce yapılmalıdır. Spinal Mouse cihazı ile omurga esnekliği, Schober testi, Otur-Uzan testi, Parmak-Zemin Mesafesi testi, rotasyon esneklik testleri ile gövde esnekliği değerlendirilebilir (Jarvik ve Deyo, 2002).

Hamstring, priformis, kalça fleksör, quadratus lumborum, erektör spina, latissimus dorsi kasları bilateral olarak değerlendirilmelidir (Zhang ve ark., 2009).

8. Duyu Değerlendirmesi

8.1. Hafif Dokunma Duyusu

Hafif dokunma duyusu Semmes-Weinstein monofilamentleri ile yapılır. Lumbal bölgede hafif dokunma duyusu değerlendirilmesi için başlangıçta 2.83 numaralı monofilamentler kullanılır. Daha kalın filamentler ile duyu kaybı ölçümü yapılır. Hastanın hissettiği filament kaydedilerek objektif bir değer elde edilir (Tanenberg ve Donofrio, 2008).

8.2. Propriyosepsiyon Değerlendirmesi

Propriyoseptif sistem; eklem, kas ve bağlardaki afferent reseptörler aracılığıyla merkezi sinir sistemine bilgileri iletir. İletilen bilgiler vücudun uzaydaki hareketini ve konumunu belirler (Newcomer ve ark., 2000; Özüdoğru ve ark., 2023). Kronik bel ağrısı olan bireylerde postural kontrol ve stabilitedeki defisitler ile lumbal multifidus kaslarında anormal derecedeki artmış fusimotor aktivite propriyosepsiyon duyusunun azalmasına neden olabilir (Brumagne ve ark., 2000). Propriyosepsiyon duyusundaki bu azalma da yaralanma riskini artırabileceği için propriyosepsiyon değerlendirilmesi gerekir.

Propriyosepsiyon, repozisyonlama testi ile değerlendirilebilir. Lumbal bölgenin farklı derecelerde gonyomerik ölçümleri yapılır. Hastaya ayakta kollar göğüste çapraz olacak şekilde dik dururken fleksiyon hareketi için dereceler verilir ve doğru açıda 5 saniye beklemesi istenir. Ardından hastaya herhangi

bir talimat verilmeden tekrar gövde fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerini yapması istenir. Durumlar arasında oluşan aç ı farklılıkları hata pay ı olarak kaydedilir (Kuzu, 2023; Meier ve ark., 2019).

9. Motor Değerlendirme

Lumbal bölgenin motor değerlendirmesinde lumbosakral pleksustan çıkan motor sinirler değerlendirilir. L1-L2 seviyesinde hipoestezi ve ağrı kas ığın ön yüzünde oluşurken, L3 seviyesinde ağrı uyluğın ön yüzünde oluşur, patellar tendon refleksi azalmış veya kaybolmuş olabilir, femoral sinir tutulumu görülebilir. L4 seviyesinde dizin alt bölgesinde ve bacağın medial kısmından ayağ a kadar devam eden bir ağrı oluşurken, patellar tendon refleksi kaybolabilir ve tibialis anterior kasının kas kuvveti azalabilir. L5 seviyesinde uyluğın arka kısmından lateral malleole kadar yayılan ağrı, ayak başparmağ ı dorsi fleksiyonunda zayıflama ve ayak başparmağ ında oluşmuş bir hipoestezi görülebilir. S1 seviyesinde uyluğın ve bacağın posterior kısmında hipoestezi ve ağrı görülür, plantar fleksör kaslarda kuvvet kayb ı oluşabilir (Zhang ve ark., 2009).

10. Refleks Değerlendirmesi

Aşıl tendon ve patellar tendon refleksleri lumbal bölge ile ilgili olan kas germe refleksleridir. Patellar tendon refleksi L2-L4 kök seviyelerinde meydana gelen tutulumda azalır veya kaybolabilir. S1-S2 köklerinin seviyesinin etkilenmesiyle aşıl tendon refleksi azalabilir veya kaybolabilir. Plantar reflekse ise kas germe reflekslerinin klonus ile birlikte hiperaktif olması durumundayken bakılır (Uzuner ve Uyar, 2017). Babinski refleksi ise üst motor nöron

patolojilerinin belirlenmesi için oldukça önemlidir (Ülger, 2022). Patolojik reflekslerin olması cerrahi için tek başına bir ölçüt değildir ancak cerrahi önlemlerin alınabilmesi ve lezyon seviyesinin belirlenebilmesi için oldukça önemlidir (Ülger, 2022)

11. Fonksiyonel Durum Değerlendirme

Lumbal bölge patolojilerinde görülen problemlerden biriside fonksiyonel yetersizliktir (Ülger, 2022). Sağlıklı bireylerle karşılaştırıldığında spesifik olmayan kronik bel ağrısı olan bireylerde kor enduransın, sırt kas kuvvetinin ve dengenin azalmış olmasının, spesifik olmayan kronik bel ağrısı olan bireylerde fiziksel aktivite ve fonksiyonel durum düzeyinin de azalmasına neden olabileceği bildirilmiştir (İyigün ve ark., 2019). Başka bir çalışmada da fonksiyonel durum ile denge, bel ağrısı şiddeti ve kas kuvvetinin ilişkili olduğu belirtilmiştir (Kocaman ve ark., 2023).

Fonksiyonel durum değerlendirmesinde kişinin günlük yaşamda karşılaşabileceği oturma, uyuma, yürüme ve ayakta durma gibi birçok durum değerlendirilmelidir (Ülger, 2022). Oswestry Bel Ağrısı Engellilik İndeksi, Bel Performans Skalası ve Rolland Morris Anketi en sık kullanılan anketlerdendir (Chiarotto ve ark., 2016; Strand ve ark., 2002).

12. Kinezyofobi Değerlendirmesi

Kinezyofobi kısaca hareket etme korkusu olarak tanımlanabilir. Kronik bel ağrısı olan bireylerde ağrının devamlılığına neden olan ve bireylerin aktivitelerini sınırlandıran bir faktördür (Özmen ve ark., 2016). Vlaeyen ve ark. var olan kronik ağrının etkisiyle yeniden yaralanma korkusunun artabildiğini ve bu durumunda kaçınma cevabını artıracağını bildirmişlerdir (Vlaeyen

ve ark., 1995). Böylelikle lumbal bölgede oluşan ağrının oluşturduğu kinezyofobi, lumbal bölgeyi uzun süre kullanamama ve depresyona neden olabilir ( zmen ve ark., 2016). Bu yüzden kinezyofobi bel problemi olan hastalarda mutlaka değerlendirilmelidir.

13. Sakroiliak Eklem Değerlendirme

Lumbal bölge değerlendirmesinde, sakroiliak eklem değerlendirilmesi gereken önemli bir eklemdir. Eklem tek taraflı tutulduysa, tutulan bölge ile aynı tarafta bel-kalça seviyesinde, oturma ve ayağa kalkma anında oluşan ağrı priformis sendromunu veya disk hernisini taklit etmektedir. Sakroiliak eklem tutulumu olan hastada ağrı ayak bileği seviyesinde görülmez. Bir cismi kaldırma, kalça üzerine düşme, merdiven çıkma, sandalyeden kalkma gibi aktivitelerde ortaya çıkan torsiyonel kuvvetler veya makaslama kuvvetinin tekrarlayıcı olması sakroiliak eklem disfonksiyonlarına neden olabilir (Chou ve ark., 2004; Foley ve Buschbacher, 2006). Sakroiliak eklem değerlendirmesinde, provakasyon ve hareketlilik olmak üzere iki değerlendirme yapılır. Provokasyon testleri; kompresyon, Gaenslen, Faber-Patrick, posterior sürtünme ve distraksiyondur (Yağcı ve ark., 2020). Hareketlilik değerlendirilmesinde, ayakta  ne eğilme testi, oturmada  ne eğilme, Gillet ve hiperekstansiyon testleri kullanılır (Yağcı ve ark., 2020). Bu testler bel ağrısı ile sakroiliak eklem ağrısını birbirinden ayırmaya yardımcı olabilir.

14. Bel Ağrısında Kullanılan  zel Testler

Bel ağrısında kullanılan özel testlerden bazıları semptomları provoke eder ve nörolojik seviyeyi değerlendirmeye yardımcı olur.

14.1. Düz Bacak Kaldırma Testi

Düz bacak kaldırma testinde kişi supin pozisyonda yatar. Etkilenen bacak diz ekstansiyondayken ağrı seviyesine kadar değerlendirici tarafından kaldırılır. Kalça 30-70° fleksiyona getirildiğinde, uyluğun arka kısmından dizin alt bölgesine kadar yayılmış olan radiküler ağrı L5-S1 sinir kökünün irritasyonunu düşündürebilir. 70° üzerinde ağrının başlaması, hamstring kaslarının kısalığından, gluteus maksimusun ve kalça eklem kapsülünün gerginliğinden veya lumbal omurganın posterior yapılarından (spondilolistezis, faset eklem problemleri) kaynaklanabilir (Uzuner ve Uyar, 2017; Das ve Nadi, 2023). Ayrıca düz bacak testinin pozitif çıkmasının diğer nedenleri arasında intraspinal tümör ve inflamatuvar radikülopati de yer alabilir (Nadi ve ark., 2024).

14.2. Bowstring İşareti

Düz bacak kaldırma testinin pozitif olduğu seviyede hastanın dizi hafif bir şekilde fleksiyona getirilerek siyatik sinirde oluşmuş olan gerilim azaltıp Bowstring işaretine bakılır. Değerlendiricinin popliteal fossada tibial sinire bası yapması sonucunda radiküler ağrı oluşursa test pozitifdir (Uzuner ve Uyar, 2017). Yapılan çalışmalarda, Bowstring işaretinin düz bacak kaldırma testinin yaygın olarak kullanılan varyantlarından biri olduğu ve düz bacak kaldırma testi ile birlikte kullanıldığında fizik muayenenin duyarlılığını ve özgüllüğünü artırdığı bildirilmiştir (Berthelot ve ark., 2021).

14.3. Bragard Testi

Düz bacak kaldırma testinde oluşan ağrı geçene kadar kişinin bacağı birkaç derece aşağı indirilir. Ağrının geçtiği seviyede kişinin

ayağı dorsifleksiyon getirilir. Belde ağrı oluşması testin pozitif olduğunu gösterir. Bu şekilde lumbal disk hernisinin neden olduğu bacak ağrısı ve hamstring kaslarındaki kısalığa bağlı olarak oluşan bacak ağrısının ayrımı yapılabilir (Almeida ve Kraychete, 2017; Uzun ve Uyar, 2017).

14.4. Femoral Germe Testi

Hasta supin pozisyonda yatar. Değerlendirici etkilenen tarafta durur ve bir eliyle pelvisi stabilize eder. Değerlendirici diğer eliyle dizi maksimum fleksiyona getirir. Bu pozisyonda uyluk ön yüzünde ağrı oluşursa, L2-L4 seviyesindeki radikülopatiyi düşündürür (Placzek ve Boyce, 2023). Eğer ağrı 80 derece diz fleksiyonundan önce ortaya çıkıyorsa, bunun nedeni kuadriseps femoris kasının gerginliği ve/veya yaralanması olabilir (Donatelli ve Wooden, 2009).

15. Sonuç

Lumbal bölge patolojileri toplumda çok sık görülmekle birlikte yaşam kalitesinin azalmasına neden olur. Lumbal bölge patolojilerinde değerlendirme etkili bir tedavi yaklaşımının uygulanmasında oldukça önemlidir. Lumbal bölge patolojilerinde değerlendirme patolojiye göre değişmekle birlikte hikaye, gözlem, ağrı, eklem hareket açıklığı, esneklik, kas kuvveti, motor ve nörolojik değerlendirmeleri içermelidir.

Kaynakça

Almeida, D. C., & Kraychete, D. C. (2017). Low back pain-a diagnostic approach. *Revista Dor*, 18, 173-177.

Beltramini, A., Milojevic, K., & Pateron, D. (2017). Pain assessment in newborns, infants, and children. *Pediatric annals*, 46(10), e387-e395.

Berthelot, J.-M., Darrieutort-Laffite, C., Arnolfo, P., Glémarec, J., Le Goff, B., & Maugars, Y. (2021). Inadequacies of the Lasègue test, and how the Slump and Bowstring tests are useful for the diagnosis of sciatica. *Joint bone spine*, 88(1), 105030.

Brumagne, S., Cordo, P., Lysens, R., Verschueren, S., & Swinnen, S. (2000). The role of paraspinal muscle spindles in lumbosacral position sense in individuals with and without low back pain. *Spine*, 25(8), 989-994.

Chiarotto, A., Maxwell, L. J., Terwee, C. B., Wells, G. A., Tugwell, P., & Ostelo, R. W. (2016). Roland-Morris Disability Questionnaire and Oswestry Disability Index: which has better measurement properties for measuring physical functioning in nonspecific low back pain? Systematic review and meta-analysis. *Physical therapy*, 96(10), 1620-1637.

Chou, L. H., Slipman, C. W., Bhagia, S. M., Tsauro, L., Bhat, A. L., Isaac, Z., . . . Lenrow, D. A. (2004). Inciting events initiating injection-proven sacroiliac joint syndrome. *Pain Medicine*, 5(1), 26-32.

Chou, R. (2017). Nonpharmacologic therapies for low back pain. *Annals of Internal Medicine*, 167(8), 606-607.

Das, J. M., & Nadi, M. (2023). Lasegue Sign. In *StatPearls [Internet]*: StatPearls Publishing.

Donatelli, R. A., & Wooden, M. J. (2009). *Orthopaedic physical therapy*: Elsevier health sciences.

Edwards, R., & Berde, C. (2011). Pain assessment. *Essentials of pain medicine 3rd ed USA: Elsevier Saunders*, 28-33.

Erdine, S., Hamzaoglu, O., Özkan, Ö., Balta, E., & Domaç, M. (2001). Türkiye’de erişkinlerin ağrı prevalansı. *Ağrı Dergisi*, 13(2), 22-30.

Faiz, K. W. (2014). VAS–visuell analog skala. *Tidsskrift for Den norske legeförening*.

Foley, B. S., & Buschbacher, R. M. (2006). Sacroiliac joint pain: anatomy, biomechanics, diagnosis, and treatment. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 85(12), 997-1006.

Güngür, Ş., & Sarpel, T. (2022). Bel ağrılarında tanı ve tedavi. *Çukurova Tıp Öğrenci Dergisi*, 2(2), 36-42.

İyigün, G., Öksüz, S., Er, G., & Özdil, A. (2019). Kronik Non-Spesifik Bel Ağrılı Ve Sağlıklı Bireylerde Sırt Kas Kuvveti, Kor Endurans, Fiziksel Aktivite Düzeyi, Denge Ve Fonksiyonel Durumunun Karşılaştırılması. *Turkiye Klinikleri Journal of Health Sciences*, 4(3).

J, M. D., & Nadi, M. (2024). Lasegue Sign. In *StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing Copyright © 2024, StatPearls Publishing LLC*.

Jarvik, J. G., & Deyo, R. A. (2002). Diagnostic evaluation of low back pain with emphasis on imaging. *Annals of Internal Medicine*, 137(7), 586-597.

Kocaman, H., Alkan, H., Ceylan, İ., Canlı, M., & Kuzu, Ş. Investigation of Factors Associated with Pain Level in Individuals with Chronic Non-Specific Low Back Pain. *Hacettepe University Faculty of Health Sciences Journal*, 10(3), 777-787.

Kosek, E., Ekholm, J. a., & Nordemar, R. (1993). A comparison of pressure pain thresholds in different tissues and body regions. Long-term reliability of pressure algometry in healthy volunteers. *Scandinavian journal of rehabilitation medicine*, 25(3), 117-124.

Kuzu, Ş. (2023). Kronik Bel Ağrılı Bireylerde Eksternal Odaklı Dinamik Denge Eğitiminin Ağrı Fonksiyonellik Ve Denge Üzerine Etkilerinin İncelenmesi [Doktora Tezi].

Kuzu, Ş., Büyükturan, B., Büyükturan, Ö., & Karartı, C. (2020). Genç Bireylerde Kor Kasları Kuvvetinin ve Enduransının Fonksiyonel Parametrelerle İlişkisinin İncelenmesi. *Hacattepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 7(3), 296-309.

Meier, M. L., Vrana, A., & Schweinhardt, P. (2019). Low back pain: the potential contribution of supraspinal motor control and proprioception. *The Neuroscientist*, 25(6), 583-596.

Newcomer, K., Laskowski, E. R., Yu, B., Larson, D. R., & An, K.-N. (2000). Repositioning error in low back pain: comparing trunk repositioning error in subjects with chronic low back pain and control subjects. *Spine*, 25(2), 245.

Ülger Ö., (2022). *Lumbal bölge patolojilerinde rehabilitasyon: Vize Yayıncılık.*

Özmen, T., Gündüz, R., Doğan, H., Zoroğlu, T., & Acar, D. (2016). Kronik bel ağrılı hastalarda kinezyofobi ve yaşam kalitesi arasındaki ilişki. *FÜ Sağ. Bil. Tıp Derg*, 30(1), 1-4.

Özorak, Ö. (2010). Preoperatif basınç ağrı eşiği, stait anxiety inventory (durumluluk kaygı ölçeği) ve stres hormonu (kortizolün) postoperatif analjezi ihtiyacı ile korelasyonu.

Özüdoğru, A., Canlı, M., Ceylan, İ., Kuzu, Ş., Alkan, H., & Karaçay, B. Ç. (2023). Five Times Sit-to-Stand Test in people with non-specific chronic low back pain—a cross-sectional test–retest reliability study. *Irish Journal of Medical Science (1971-),* 192(4), 1903-1908.

Özüdoğru, A., Canlı, M., Kuzu, Ş., Aslan, M., Ceylan, İ., & Alkan, H. (2023). Muscle strength, balance and upper extremity function are not predictors of cervical proprioception in healthy young subjects. *Somatosensory & Motor Research*, 40(2), 78-82.

Placzek, J. D., & Boyce, D. A. (2023). *Orthopaedic Physical Therapy Secrets: Orthopaedic Physical Therapy Secrets-E-Book: Elsevier Health Sciences.*

Polat, M. (2017). Bel ağrısına yaklaşım: tanıdan tedaviye. *Klinik Tıp Aile Hekimliği*, 9(6).

Shahidi, B., Hubbard, J. C., Gibbons, M. C., Ruoss, S., Zlomislic, V., Allen, R. T., . . . Ward, S. R. (2017). Lumbar multifidus muscle degenerates in individuals with chronic

degenerative lumbar spine pathology. *Journal of orthopaedic research*, 35(12), 2700-2706.

Strand, L. I., Moe-Nilssen, R., & Ljunggren, A. E. (2002). Back Performance Scale for the assessment of mobility-related activities in people with back pain. *Physical therapy*, 82(12), 1213-1223.

Takmaz, S. A. (2017). Kronik bel-boyun ağrılı hastaya yaklaşım ve değerlendirme yöntemleri. *Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Derg.(TOTBİD)*.

Tanenbergl, R. J., & Donofrio, P. D. (2008). Neuropathic Problems Of. *Levin and O'Neal's the diabetic foot*, 33.

Uzuner, B., & Uyar, M. (2017). Kronik bel ağrılı hastada muayene yöntemleri. *Totbid Dergisi*, 16, 103-111.

Vlaeyen, J. W., Kole-Snijders, A. M., Rotteveel, A. M., Ruesink, R., & Heuts, P. H. (1995). The role of fear of movement/(re) injury in pain disability. *Journal of occupational rehabilitation*, 5, 235-252.

Yağci, N., Saraçoğlu, İ., Şekeröz, S., & Özkan, Y. (2020). Kronik Bel Ağrısında Sakroiliak Eklem Fonksiyon Bozukluğunun İncelenmesi. *Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 31(2), 133-140.

Yağci, Ü., & Saygin, M. (2019). Ağrı fizyopatolojisi. *SDÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 26(2), 209-220.

Kayhan Z., (2004). *Ağrı: Klinik Anestezi*: Logos Yayıncılık.

Zhang, Y.-g., Guo, T.-m., Guo, X., & Wu, S.-x. (2009).
Clinical diagnosis for discogenic low back pain. *International
journal of biological sciences*, 5(7), 647.

BÖLÜM IV

Lumbal Bölge Patolojilerinin Rehabilitasyonunda Egzersiz Yaklaşımları

Mehmet CANLI¹
Anıl ÖZÜDOĞRU²

1.Giriş

Fizyoterapi ve rehabilitasyon programlarının önemli ve etkinliği kanıtlanmış uygulamaları egzersiz yaklaşımlarıdır. Egzersiz programları hastaya ve hastanın semptomlarına özgü bir şekilde planlanmalıdır. Lumbal bölge patolojilerinde egzersiz yaklaşımlarında amaç lumbal bölge stabilizasyonunun sağlanması, esnekliğin artırılması, ağrının azaltılması, kas kuvveti ve

¹ Öğr. Gör., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, Kırşehir/Türkiye, Orcid: 0000-0002-8868-9599, canlimehmet600@gmail.com

² Dr. Öğr. Üyesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, Kırşehir/Türkiye, Orcid: 0000-0002-7507-9863, aozudogru@hotmail.com

enduransının artırılmasıdır. Lumbal bölge patolojilerinde sıklıkla fleksiyon, ekstansiyon, stabilizasyon, aerobik, germe ve gevşeme gibi egzersizler tercih edilmektedir. Bu egzersiz tipleri hastaların durumlarına göre değişmekte olup birbirlerine karşı üstünlükleri hala tartışmalıdır ve etkinliklerini inceleyen randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır (Pillastrini ve ark., 2012; Van Tulder ve ark., 2003).

1.1 Fleksiyon egzersizleri

Williams, fleksiyon egzersizlerinin intervertebral foramende açılmaya sebep olduğunu ve intervertebral foramende sinir kökü kompresyonuna bağlı olarak ortaya çıkan bel ve bacak ağrısı üzerinde etkili olduğunu belirtmiştir. Ayrıca fleksiyon egzersizleri lordozun azaltılmasında, intervertebral foramen ve faset eklem açıklıklarının artırılmasında, kalça fleksör ve gövde ekstansörlerinin germesinde, abdominal ve gluteal kasların kuvvetlendirilmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Fleksiyon egzersizleri faset eklem problemleri, spinal stenoz, spondilolizis ve spondilolistezis gibi patolojilerde endike iken disk herniasyonu ve fleksiyonla artan bel ağrılarında kontraendikedir (Peul ve ark., 2005). Fleksiyon egzersizleri aşağıdaki gibidir (Resim 1);

1. Supin çengel pozisyonunda yatıştan oturma pozisyonuna gelinmesi ile abdominal kasların kuvvetlendirilmesi,
2. Supin pozisyonda posterior pelvik tilt,
3. Supin pozisyonda her iki dizin göğse çekilmesi ile lumbal ekstansörlerin gerilmesi,

4. Uzun oturma pozisyonunda eller ile ayak parmaklarına dokunulması ile hamstring ve lumbal ekstansör kasları germe,
5. Yarım dizüstü pozisyonda ileri-geri gövde hareketleri ile kalça fleksörlerinin gerilmesi,
6. Ayaktayken çömelme ve kalkma ile kuadriceps kasının kuvvetlendirilmesi.



Resim 1. Fleksiyon Egzersizi Örnekleri

1.2.Core stabilizasyon egzersizleri

Lumbal bölge patolojilerinin önlenmesinde vücut dizilimi düzeltilmeli ve aşırı hareketlerin önüne geçilmelidir. Core kuvvetindeki azalma lumbal bölge instabilitesine sebep olmaktadır (Jeong ve ark, 2015). Lumbal bölgede ağrı varlığı hastaların kısıtlı gövde hareketlerine sebep olmaktadır ve bu kısıtlı hareket core kaslarının kuvvetinin azalmasına ve lumbal instabiliteye yol açar. Transversus abdominis ve multifidus gibi derin core kaslarının lumbal bölge patolojisi olan hastalarda aktive edilmesi

gerekmektedir. Core stabilizasyon egzersizleri omurganın stabilizasyonundan sorumlu bu kasları kuvvetlendirmektedir (Herrero ve ark., 2024). Core stabilizasyon egzersizlerinin amacı motor kontrolün sağlanması ve stabilizer kasların yeniden restorasyonunun sağlanmasıdır (Resim 2) (Wahyuni ve Kurnia, 2023).



Resim 2. Core Stabilizasyon Egzersizleri Örnekleri

1.3. Aerobik egzersizler

Aerobik egzersiz programlarının kronik hastalıkları (örneğin artrit, osteoartrit ve fibromiyalji) olan hastalarda fizyolojik, psikolojik ve eklemler üzerinde faydalı olduğu gösterilmiştir (Airaksinen ve ark., 2006). Lumbal bölge patolojileri, yaşam kalitesini bozan fiziksel, duygusal ve psikososyal işlev bozukluklarındaki çeşitli değişikliklerle ilişkilidir. Bu hastalarda fiziksel kondisyon eksikliği ve kasların kullanılmaması yaygındır (van der Velde ve Mierau, 2000). Aerobik egzersiz, ağrı yollarının inhibisyonu ile ağrıyı hafifleten endorfin salınımını uyarır (Stoppler

ve ark., 2014). Aynı zamanda hastayı daha aktif hale getirerek hareket etme korkusunu (kinezyofobi) azaltır ve kendine olan güveni artırır. Bu egzersizler kasa kan akışını artırır ve lumbal bölge ağrısı olan hastalarda yaygın olarak görülen sertliği azaltabilir (Hayden ve ark., 2005; Wertli ve ark., 2014). Son olarak, gözlemsel çalışmalardan elde edilen, lumbal bölge ağrısı olan hastaların örneğin koşma, bisiklete binme veya yürüme gibi aerobik egzersizler yaparak semptomlarını iyileştirebileceğini gösteren bazı kanıtlar bulunmaktadır (Resim 3) (Gordon ve Bloxham, 2016; Meng ve Yue, 2015).



Resim 3. Aerobik Egzersiz Örneği

1.4. Mc Kenzie ekstansiyon egzersizleri

Mc Kenzie egzersiz yaklaşımı, yaygın bir durum olan omurganın posterior kısmındaki düzensizliği ele almaya odaklanmıştır. Bu yaklaşımda kullanılan indirgeyici kuvvet ekstansiyondur. Ancak her ne kadar ekstansiyon egzersizleri olarak

bilinse de gövde fleksiyon ve lateral fleksiyonunu da içerir (McKenzie, 2003). Mckenzie egzersizine beklenen yanıt semptomların merkezileşmesi, ağrının azalması veya ortadan kalkması, merkezileşmiş ağrıda olası geçici bir artış, ekstansiyonda hareket aralığının artması ve düzensizliğin azalmasıdır (Machado ve ark., 2006). Mc Kenzie ekstansiyon egzersizleri paraspinal kasları güçlendirir, mobilitayı iyileştirir ve lordozun sebep olduğu disk basıncını azaltır (Resim 4) (Peul ve ark., 2005).



Resim 4. Mc Kenzie Ekstansiyon Egzersizleri Örnekleri

1.5 Germe egzersizleri

Germe egzersizleri, bozulmuş esnekliği ortadan kaldırmak ve normal gövde hareket açıklığını yeniden sağlamak için kullanılabilir. Ancak başarılı olmak için germe egzersizlerinin hastanın ağrı sınırında yapılması gerekir. Ağrı sınırında germe egzersizlerinin uygulanması güvenlidir (Rainville ve ark., 2004).

Germe egzersizleri için çeşitli yöntemler mevcuttur. Balistik germe genellikle önerilmez çünkü bu, kas uzunluğunun

arttırılmasına ters etki yapan kas iğciği reflekslerini harekete geçirir. Propriyoseptif nöromüsküler fasilitasyon kullanan tekniklerin etkili olduğu gösterilmiştir ancak özel olarak eğitilmiş bir fizyoterapist gerektirir ve bağımsız ev programları için pratik değildir. Statik germe egzersizleri, esnekliği artırmanın etkili bir yoludur ve fizyoterapist olmadan da yapılabilir. Statik germeler esneklikte değişiklik yaratmak için en az 30 saniye sürdürülmelidir ve ek fayda sağlayacak şekilde dört sete kadar tekrarlanmalıdır. Haftada üç seans germe egzersizlerinin uygulanması vücut esnekliğini artırır, ancak haftada beş kez germe egzersizlerinin yapılması ile esneklikte daha büyük kazanımlar elde edilmektedir (Resim 5) (Rainville ve ark., 2004).



Resim 5. Germe Egzersizleri Örnekleri

1.6. Su içi egzersizler

Su içi egzersizler, karada yapılan egzersizlere bir alternatiftir. Su, uygun bir egzersiz ortamı oluşturmak için birçok benzersiz özelliğe sahiptir ve bu da su içi egzersiz programlarının diğer terapi biçimlerine göre avantajlara sahip olduğunu düşündürmektedir. Suyun yüzey gerilimi ve kaldırma kuvveti gibi fiziksel özellikleri, su içi egzersizlere karada yapılan egzersizlere kıyasla birçok avantaj sağlayabilir. Bu özellikler, suda yapılabilecek

terapinin uzunluğunu ve türünü etkilediği gibi su terapisi programlarında kaydedilebilecek ilerlemeyi de etkiler (Becker, 2009; Olson ve ark., 2013). Ariyoshi ve arkadaşları yerçekimi kuvvetini kontrol etme becerisinin bel ağrılı hastalar için avantajlı olduğunu öne sürmüştür (Ariyoshi ve ark., 1999). Ayrıca hasta, kara ortamına kıyasla suyun termal etkilerini çok daha hızlı bir şekilde deneyimleyebilmektedir (Becker, 2009). Lumbal bölge patolojilerinde su içi egzersizler omurganın stabilitesini artırır, eklemlere binen yükü azaltır, propriyosepsiyon ve dengenin iyileşmesine yardım eder (Asadi ve ark., 2018).

Tablo 1. Su içi rehabilitasyon programı örneği (Najafi ve ark., 2022).

Egzersiz Dönemi	Süre (dakika)	Egzersizler
Isınma	10	Tüm büyük kas gruplarını (gluteus, bel ve hamstring kasları) esneterek ileri ve geri yürüme
Eğitim Programı	35	İleri ve geri koşu, tek ayak üzerinde durma (her bir ayak üzerinde 20 saniye dengede durma), yana adım atma, çömelme, kalça fleksiyonu, ekstansiyonu, abduksiyonu ve addüksiyonu, zıplama, tekme atma, birden fazla yönde hareket etmeye odaklanan zıplama hareketleri, havuzun dibinden sıçrama, kol rotasyonları, plank, derin su bisikleti
Soğuma	5	Esneme, derin nefes alma, gevşeme

1.7. Vücut farkındalığı eğitimi

Lumbal bölge patolojilerinde hastaların müzdarip olduğu en önemli semptomlarda birisi de ağrıdır. Ağrı zamanla kronikleşir.

Önce ağrı varlığı inkar edilir bunun sonucu olarakta anksiyete ve depresyon ortaya çıkar. En sonunda da zihin ve vücut farkındalığı ortadan kaybolur. Bunlarda ağrı şiddetini ve etki düzeyini belirleyen bir faktördür. Yürütülen çalışmalarda ağrıyla baş ederken vücut farkındalığının yeniden kazanılması gerektiğine dikkat çekilmektedir (Gyllensten ve ark., 2010).

Vücut farkındalığı eğitimi postural stabilite, farkındalık ve nefes gibi fonksiyonları ele almaktadır. Vücut farkındalık eğitimi ile postür, denge, nefes gibi hareketlerdeki anormal kas gerginliklerinin azaltılması amaçlanmaktadır (Gyllensten ve ark., 2010). Bu yüzden lumbal bölge patolojilerinde geleneksel tedavilere ek olarak kullanılması gerektiği düşünülebilir.

1.8. Proprioseptif nöromusküler fasilitasyon teknikleri

Proprioseptif Nöromusküler Fasilitasyon (PNF) egzersizleri de lumbal bölge patolojisi olan hastalarda ağrı yoğunluğunu azaltmak ve fonksiyonel engelliliği iyileştirmek için önerilmektedir. PNF egzersizleri, sensorimotor kontrol eğitiminin yanı sıra lumbal kas propriyosepsiyonunu uyarmak için de tavsiye edilmektedir. Böylece eklem koordinasyonunu, kas gücünü, hareket kontrolünü, stabiliteyi ve hareketliliği artırır. Bununla birlikte kanıtlar, derin kasların güçlendirilmesine odaklanan motor kontrol egzersizlerinin, koordinasyon egzersizlerinin ve core stabilizasyonunun kronik bel ağrılı bireyler için önemli bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Resim 6) (Anggiat ve ark., 2022; Areeudomwong ve Buttagat, 2019; Aytar ve ark., 2023).



Resim 6. PNF Egzersizi Örneği

1.9. Pilates, yoga, tai chi egzersizleri

Pilates core stabilizasyon, dayanıklılık, esneklik, postür, hareket ve nefes kontrolünü içermektedir. Son yıllarda yürütölen çalışmalarda pilatesin lumbal bölge patolojilerinde etkili olduğu belirtilmektedir. Pilatesin diğer egzersiz yöntemlerinden etkinliğinin üstün olmadığı ve ağrıyı iyileştirmede olumlu etkileri olduğu belirtilmektedir (Lim ve ark., 2011).

Yoganın ağrı iyileşmesi üzerinde etkinliği sempatik sistem aktivitesi, periferik sinir aktivitesi ve talamik gama amino bütürik asit seviyesini artırması ile açıklanmaktadır. Yoganın özür ve ağrı üzerinde olumlu etkiler gösterdiği belirtilmiştir (Posadzki ve Ernst, 2011).

Tai Chi egzersizleri ise core stabilizasyon egzersizlerinin temel prensipleri gibi yavaş ve kontrollü hareketlerden oluşmaktadır.

Kas gücü ve dengeyi iyileştirmesinden dolayı sıklıkla fibromiyalji, diz osteoartriti gibi hastalıklarda kullanılmaktadır (Cho, 2014).

2. Sonuç

Lumbal bölge patolojileri toplumda en sık karşılaşılan, iş kaybına ve yaşam kalitesinin düşmesine sebep olan durum olarak ifade edilir. Lumbal bölge patolojilerinin rehabilitasyonunda altta yatan sebep ve semptomların belirlenmesi ile hastalara özgü egzersiz programları planlanmalıdır. Lumbal bölge patolojilerinde egzersiz yaklaşımları ile lumbal bölge stabilizasyonunun sağlanması, esnekliğin, mobilitenin, kas kuvvetinin, enduransın artırılması ve patolojiye özgü semptomların azaltılması amaçlanmaktadır. Bu kapsamda sıklıkla fleksiyon, Mc Kenzie ekstansiyon, stabilizasyon, aerobik, germe, su içi, PNF, pilates, yoga, tai chi gibi kanıt düzeyi yüksek egzersizler tercih edilmektedir. Ancak egzersizlerin birbirine karşı üstünlüğü konusu hala tartışmalıdır.

Kaynakça

Airaksinen, O., Brox, J. I., Cedraschi, C., Hildebrandt, J., Klüber-Moffett, J., Kovacs, F., . . . Ursin, H. (2006). European guidelines for the management of chronic nonspecific low back pain. *European Spine Journal*, 15(Suppl 2), s192.

Anggiat, L., Manurung, N. S. A., & Manik, J. W. H. (2022). Proprioceptive neuromuscular facilitation approach for low back pain: A review study. *International Journal of Sport, Exercise and Health Research*, 6(1), 81-87.

Areedomwong, P., & Buttagat, V. (2019). Comparison of core stabilisation exercise and proprioceptive neuromuscular facilitation training on pain-related and neuromuscular response outcomes for chronic low back pain: a randomised controlled trial. *The Malaysian journal of medical sciences: MJMS*, 26(6), 77.

Ariyoshi, M., Sonoya, K., Nagata, K., Mashima, T., Zenmyo, M., Paku, C., . . . Yasunaga, H. (1999). Efficacy of aquatic exercises for patients with low-back pain. *The Kurume medical journal*, 46(2), 91-96.

Asadi, S. Y., Letafatkar, A., Shojaedin, S., Abbasi, A., & Eftekhari, F. (2018). Comparative effect of motor control and water exercise on proprioception, sensory acuity, and pain in patients with nonspecific chronic low back pain. *Sci J Rehabil Med*, 7(1), 170-182.

Aytar, A., Çağlar, A., Tekindal, M. A., Yemişçi, O. Ü., & Aytar, A. (2023). Effectiveness of Different Physical Therapy Exercise Techniques in Chronic Low Back Pain: A Randomized

Controlled Study. *Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 34(1), 141-147.

Becker, B. E. (2009). Aquatic therapy: scientific foundations and clinical rehabilitation applications. *PM&R*, 1(9), 859-872.

Cho, Y. (2014). Effects of tai chi on pain and muscle activity in young males with acute low back pain. *Journal of physical therapy science*, 26(5), 679-681.

Gordon, R., & Bloxham, S. (2016). *A systematic review of the effects of exercise and physical activity on non-specific chronic low back pain*. Paper presented at the Healthcare.

Gyllensten, A. L., Skär, L., Miller, M., & Gard, G. (2010). Embodied identity—A deeper understanding of body awareness. *Physiotherapy theory and practice*, 26(7), 439-446.

Hayden, J., Van Tulder, M. W., Malmivaara, A., & Koes, B. W. (2005). Exercise therapy for treatment of non-specific low back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(3).

Herrero, P., Val, P., Lapuente-Hernández, D., Cuenca-Zaldívar, J. N., Calvo, S., & Gómez-Trullén, E. M. (2024). *Effects of Lifestyle Interventions on the Improvement of Chronic Non-Specific Low Back Pain: A Systematic Review and Network Meta-Analysis*. Paper presented at the Healthcare.

Jeong, U.-C., Sim, J.-H., Kim, C.-Y., Hwang-Bo, G., & Nam, C.-W. (2015). The effects of gluteus muscle strengthening exercise and lumbar stabilization exercise on lumbar muscle strength and balance in chronic low back pain patients. *Journal of physical therapy science*, 27(12), 3813-3816.

Lim, E. C. W., Poh, R. L. C., Low, A. Y., & Wong, W. P. (2011). Effects of Pilates-based exercises on pain and disability in individuals with persistent nonspecific low back pain: a systematic review with meta-analysis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 41(2), 70-80.

Machado, L. A. C., De Souza, M. V. S., Ferreira, P. H., & Ferreira, M. L. (2006). The McKenzie method for low back pain: a systematic review of the literature with a meta-analysis approach. *Spine*, 31(9), E254-E262.

McKenzie, R. A. (2003). The lumbar spine: mechanical diagnosis and therapy. *Spinal Publications*.

Meng, X.-G., & Yue, S.-W. (2015). Efficacy of aerobic exercise for treatment of chronic low back pain: a meta-analysis. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 94(5), 358-365.

Najafi Ghagholestani, B., Gandomi, F., Assar, S., & Richard Spears, L. (2022). Effects of dynamic neuromuscular stabilization and aquatic exercises on the pain, disability, lumbopelvic control, and spinal posture of patients with non-specific low back pain. *Iranian Rehabilitation Journal*, 20(3), 333-344.

Olson, D. A., Kolber, M. J., Patel, C., Pabian, P., & Hanney, W. J. (2013). Aquatic exercise for treatment of low-back pain: a systematic review of randomized controlled trials. *American Journal of Lifestyle Medicine*, 7(2), 154-160.

Peul, W. C., van Houwelingen, H. C., van der Hout, W. B., Brand, R., Eekhof, J. A., Tans, J. T., . . . Koes, B. W. (2005).

Prolonged conservative treatment or early surgery in sciatica caused by a lumbar disc herniation: rationale and design of a randomized trial [ISRCT 26872154]. *BMC musculoskeletal disorders*, 6, 1-11.

Pillastrini, P., Gardenghi, I., Bonetti, F., Capra, F., Guccione, A., Mugnai, R., & Violante, F. S. (2012). An updated overview of clinical guidelines for chronic low back pain management in primary care. *Joint Bone Spine*, 79(2), 176-185.

Posadzki, P., & Ernst, E. (2011). Yoga for low back pain: a systematic review of randomized clinical trials. *Clinical rheumatology*, 30, 1257-1262.

Rainville, J., Hartigan, C., Martinez, E., Limke, J., Jouve, C., & Finno, M. (2004). Exercise as a treatment for chronic low back pain. *The Spine Journal*, 4(1), 106-115.

Stoppler, M. C., Shiel, W., Stoppler, M., & Shiel, W. (2014). Endorphins: Natural pain and stress fighters. *MedicineNet. com*, available at: <http://www.medicinenet.com/script/main/art.asp>.

van der Velde, G., & Mierau, D. (2000). The effect of exercise on percentile rank aerobic capacity, pain, and self-rated disability in patients with chronic low-back pain: a retrospective chart review. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 81(11), 1457-1463.

Van Tulder, M., Furlan, A., Bombardier, C., Bouter, L., & Group, E. B. o. t. C. C. B. R. (2003). Updated method guidelines for systematic reviews in the cochrane collaboration back review group. *Spine*, 28(12), 1290-1299.

Wahyuni, W., & Kurnia, N. E. (2023). The effectiveness of core stability exercises on pain in patients with low back pain: a meta-analysis. *Physical Therapy Journal of Indonesia*, 4(1), 85-90.

Wertli, M. M., Rasmussen-Barr, E., Held, U., Weiser, S., Bachmann, L. M., & Brunner, F. (2014). Fear-avoidance beliefs—a moderator of treatment efficacy in patients with low back pain: a systematic review. *The Spine Journal*, 14(11), 2658-2678.

BÖLÜM V

Aerobik ve Dirençli Egzersiz Eğitiminin Nöroplastisite Üzerine Etkisi

Musa GÜNEŞ¹
Mustafa KAVAK²

Giriş

Nöroplastisite, beynin yaşam boyunca yeni sinirsel bağlantılar kurarak kendini yeniden organize etme yeteneğini ifade etmektedir. Bu organizasyon; öğrenme sürecinde, hafızanın kontrolünde ve beyin yaralanmalarının iyileşmesinde çok önemli bir rol oynamaktadır (Gulyaeva, 2017; Martínez-Morga & ark., 2019). Kardiyovasküler sistemi uyaran sürekli fiziksel aktivite ile karakterize edilen aerobik egzersizin ve kas metabolizması üzerinde etkili olan dirençli egzersiz eğitiminin nöroplastisite üzerinde derin etkileri olduğu gösterilmektedir (Lin, Tsai & Kuo, 2018; Smith &

¹ Arş. Gör., Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Karabük/Türkiye, Orcid: 0000-0001-8532-2575, musagunes@karabuk.edu.tr

² Öğr. Gör., Karabük Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Karabük/Türkiye, Orcid: 0000-0002-3631-2140, mustafakavak@karabuk.edu.tr

ark., 2010). Bu etkilerin ve oluşum mekanizmalarının anlaşılması hem sağlıklı hem de hastalığa sahip bireylerin egzersiz yaklaşımlarının planlanmasında önem arz etmektedir.

Nöroplastisite

Yaşam boyunca çevresel uyaranlar organ ve dokularda yapısal ve işlevsel değişikliklere neden olabilmektedir (Bekinschtein, Cammarota & Medina, 2014). Oluşan bu değişiklikler, özellikle beyinde, gelişimin ilk aşamasından yaşlanmaya kadar değişikliklere duyarlı olan plastik özelliklere sahip yapılar da daha fazla görülmektedir (Martnez-Morga & ark., 2019). Bu sürece nöroplastisite denir ve merkezi sinir sisteminin psikolojik, fizyolojik ve çevresel faktörlere bağlı olarak nörogenezi ve bağlantıları teşvik etme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Gulyaeva, 2017). Bu kapsamda nöroplastisite, hücre sinyallerinin büyümesinde ve farklılaşmasında değişiklikler yaratan nörotrofinlerin üretimindeki artışla ortaya çıkmaktadır (Kempermann & ark., 2018).

Nörotrofinler, merkezi ve periferik sinir sistemlerinin hayatta kalması, gelişmesi ve işlevselliği ile yakından ilişkili bir protein grubudur (Yamaguchi & ark., 2016). Nöroplastisite sürecinde yer alan ana nörotrofinler, glial kaynaklı nörotrofik faktör (GDNF), sinir büyüme faktörü (NGF), nörotrofin 3 (NT3), nörotrofin 4 (NT4), insülin benzeri büyüme faktörü-1 (IGF-1), vasküler endotelyal büyüme faktörü (VEGF) ve beyinden türetilen nörotrofik faktördür (BDNF). Literatürdeki alışmalar, bu nörotrofinlerin ve özellikle BDNF'nin azalmış seviyelerinin, hafıza, konsantrasyon ve öğrenme gibi beyin fonksiyonlarının azalmasından sorumlu olduğunu göstermektedir (Bekinschtein & ark., 2014; Parrini & ark., 2017).

BDNF sinyal yolunun aktivasyon süreci esas olarak tropomiyozinle ilişkili reseptör kinaz B (TrkB) tarafından düzenlenir. Yapılan bir çalışmada TrkB'nin artan ekspresyonunun, depresyon gibi problemlerde oluşabilen beyindeki değişikliklerin ortaya çıkışını azaltabileceğini göstermiştir (Zborowski et al., 2019). Ayrıca TrkB aktivasyonunun nöronal dendritik ağaçlandırmayı, spinojenezi, dendritik büyümeyi ve omurga morfogenezini etkilediği de gözlemlenmiştir (Guo, Nagappan & Lu, 2018). Dolayısıyla nöroplastisiteden sorumlu mekanizmalar nörojenез, sinaptogenez, anjiogenez ve glikogenez üzerinden meydana gelen değişimlere cevap vererek oluşmaktadır. Bu değişimler sonucu nöroplastisite gerçekleşmekte ve sinir hücrelerinin dendritlerinde dallanmada artma, yeni sinaps oluşumu ve fonksiyonlarının değişimi meydana gelmekte, ayrıca yeni nöronların oluşması ve dirençlerinin artması gerçekleşmektedir (Kempermann & ark., 2018; Yamaguchi & ark., 2016).

Fiziksel Egzersiz

Fiziksel egzersiz, planlanmış, yapılandırılmış ve tekrarlayan fiziksel aktivite davranışının alt parametresidir ve bu nedenle insan vücudu için gerekli homeostazisinin güçlü bir fizyolojik dengeleyicisidir (Contrepolis & ark., 2020). Koşma, bisiklete binme, kürek çekme ve yüzme gibi tekrarlı aktiviteler aerobik egzersizin içeriğini oluşturmaktadır. Kasların aktivasyonu ile birlikte uygulanan kuvvete direnç göstermek ve dış yüklerin üstesinden gelmek, dirençli egzersizi temsil etmektedir. Hem aerobik egzersiz hem de dirençli egzersiz eğitimleri, neredeyse vücuttaki tüm sistemlerin hücresel mekanizmalarını, kardiyometabolik, nöronal, motor ve bilişsel işlevleri, sağlığı ve mortaliteyi olumlu yönde

etkilemektedir (Fyfe, Hamilton & Daly, 2022; Gallardo-Gómez & ark., 2022; Ruiz-González & ark., 2021). Bu egzersizlerin dozunu ayarlamaya yardımcı olan birçok parametreden (egzersiz sıklığı, şiddeti, süresi ve tipi) belki de en kritik olanı 'şiddeti'dir. Fiziksel açıdan egzersizin şiddeti, pozitif mekanik güç üretimi olan mekanik işin gerçekleştirilme oranıyla ölçülebilmektedir. Fizyolojik olarak yüksek şiddetli aerobik egzersiz, maksimum kalp hızının %76-95'i veya maksimum oksijen tüketiminin >%80'i ile karakterize edilmektedir. Orta şiddetli aerobik egzersizler maksimum kalp hızının %55-80 ve maksimum oksijen tüketiminin %50-85'i ile reçete edilmektedir. Yüksek yoğunluklu dirençli egzersiz eğitimi, 1 maksimum tekrar ile kaldırılan ağırlığın >%70'i olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca bu egzersizlerin şiddetleri, algılanan efor (>15/20), zihinsel ve kas yorgunluğuna göre subjektif olarak da derecelendirilmektedir (Garber & ark., 2011; Liguori & Medicine, 2020). Yüksek ve düşük yoğunluklu aerobik egzersizler, zirve oksijen tüketiminde, sistemik vasküler fonksiyonda ve metabolik profilde (kan lipitleri, insülin duyarlılığı) daha fazla iyileşme sağlamaktadır (Seals, Nagy & Moreau, 2019; Wang & Xu, 2017). Yüksek ve düşük yoğunluklu dirençli egzersiz eğitimi ise (Grgic & ark., 2022), kas hipertrofisi üzerinde ve aynı zamanda maksimum istemli kuvvette ve kardiyo-metabolik tepkilerde daha büyük artışlar üretilmesine katkıda bulunmaktadır (Schoenfeld & ark., 2017).

Aerobik Egzersiz ve Nöroplastisite

Hem aerobik hem de dirençli egzersiz eğitiminin beynin yeni sinaps oluşturma ve mevcut sinaptik bağlantıları yeniden düzenleme yeteneği olarak da bilinen nöroplastisite yoluyla beyin sağlığını iyileştirdiği düşünülmektedir (Lin & ark., 2018; Smith & ark., 2010).

Yapılan alışmalar yüksek ve düşük yoğunluklu egzersizin daha büyük ve daha uzun süreli nöroplastisite etkilerine neden olacağı ve bunun da bilişsel ve motor işlevlerde daha güçlü iyileşmeler oluşturarak mevcut nöro-bilişsel bozuklukların ilerlemesini yavaşlatacağını varsaymaktadır (Johansson & ark., 2022; Tsukita & ark., 2022).

Aerobik egzersiz, doğası gereği tekrarlayan ve kardiyovasküler sistem boyunca oksijen dolaşımını destekleyen bisiklete binme, koşma veya yüzme gibi fiziksel aktivitelerdir. Aerobik egzersiz BDNF, IGF-1 ve VEGF dahil olmak üzere nöroplastisite biyobelirteçlerinin ekspresyonunu arttırmaktadır (Knaepen & ark., 2010; Mang & ark., 2013). Moleküler değişikliğin basamaklarını oluşturan sinaptogenez, nöroenez, anjiyogenez ve gliogenez gibi hücrenel süreçleri yukarı yönlü düzenlemekte, serebral kan akışını yükselterek, gri ve beyaz madde hacmini ve nöronal aktiviteyi de arttırmaktadır. Bu nedenle, aerobik egzersiz gelişmiş bilişsel ve motor fonksiyonla ilişkilendirilmiş ve nöroplastisite sağladığı bildirilmiştir (El-Sayes & ark., 2019). Genç sağlıklı bireylerde yapılan bir çalışma, orta şiddette 30 dakika bisiklet srmeninin, hafıza, muhakeme, konsantrasyon ve planlama gibi çeşitli ölçümlerin performansını artırdığını göstermiştir (Nanda, Balde & Manjunatha, 2013). Başka bir çalışmada, 24 sağlıklı genç katılımcı, orta şiddetli 30 dakikalık koşudan sonra çimdikleme motor görevinde artışa yol açarak motor beceri ediniminde iyileşmeye yol açtığını belirtmiştir (Statton & ark., 2015). Bu bulgular, sinir sistemini öğrenme ve beceri edinimi için hazırladığından dolayı aerobik egzersizin nöroplastisite ve rehabilitasyona yardımcı bir araç olarak yararlılığını göstermektedir.

BDNF, beyindeki nöronların büyümesi, olgunlaşması ve devamlılığının sağlanmasında önemli bir işlevi olan önemli bir proteindir. BDNF seviyelerinde artış, beynin uyum sağlama ve değişme yeteneği olan gelişmiş nöroplastisite gibi beyin sağlığı üzerinde çok çeşitli yararlı etkilere sahiptir (Rothman & Mattson, 2013). Ayrıca BDNF, sinaptik gelişimi ve nöronlar arasındaki bağlantı oluşumunu kolaylaştırmakta, nöronların hayatta kalma kapasitesini artırmaktadır. Artan esneklik, bilgi edinme, bilgiyi saklama ve yeni karşılaşmalara uyum sağlama için de gereklidir (Kowiański & ark., 2018; Rothman & Mattson, 2013). Dahası, yüksek BDNF seviyeleri gelişmiş bilişsel performansla ilişkilendirilmiştir (Bekinschtein et al., 2014). Yapılan bir çalışmada Reycraft ve arkadaşları orta-yüksek yoğunlukta sürekli antrenman ve sprint interval antrenmanı yapan ergenlerde ve genç yetişkinlerde plazma BDNF düzeylerinde anlamlı bir artış olduğunu bildirmiştir (Reycraft & ark., 2020). Son yapılan bir sistematik derleme çalışmasında aerobik egzersizin genç bireylerden yaşlı bireylere kadar nöroplastisite oluşumu ve kognitif fonksiyonu geliştirmede etkili olduğunu göstermiştir (Revelo Herrera & Leon-Rojas, 2024).

IGF-1 normal beyin gelişimi için önemlidir. IGF-1 aynı zamanda sinaptik plastisite, sinaps yoğunluğu, nörotransmisyon, nörogenez ve nöron farklılaşması dahil olmak üzere merkezi sinir sistemindeki nöronal fonksiyonların önemli bir modülatörüdür (Nieto-Estévez, Defterali & Vicario-Abejón, 2016). Kronik egzersizle geliştirilmiş yetişkin hipokampus nörogenezi, öğrenme ve hafıza performansı, hipokampustaki IGF-1 sinyal artışına bağlanmıştır (Fernandez & Torres-Alemán, 2012; Trejo, Carro & Torres-Aleman, 2001). VEGF, nöral hücrelerin çoğalmasını teşvik

eder ve nöronların büyümesi için uygun bir vasküler ortam sağlar (Louissaint & ark., 2002). VEGF, genç yetişkinlerde kardiyorespiratuar kondisyonla negatif ilişkilidir. Daha yüksek kardiyorespiratuar kondisyona sahip bireylerin daha düşük periferik VEGF seviyeleri gösterilmiştir (Jürimäe & ark., 2017).

BDNF, IGF-1 ve VEGF beyinde gliogenez, nörogenez, sinaptogenez ve anjiyogenez gibi hücrel değişikliklere neden olmaktadır. Gliogenez, astrositlerin, oligodendrositlerin ve mikrogliaların oluştuğu süreçtir ve kronik egzersiz gliogenezi artırmakta ve bu durum BDNF ve IGF-1'deki artışlardan kaynaklanabilmektedir (Mandyam & ark., 2007). Nörogenez ise yeni nöronların oluşturulduğu süreçtir ve kronik aerobik egzersiz eğitimleri nörogenezi artırmaktadır. Bu durum artan BDNF, IGF-1 ve VEGF'nin bir sonucu olabilmektedir (van Praag, 2008). Sinaptogenez, nöronlar arasında sinapsların oluşmasıdır ve kronik egzersiz sonucunda artar. Yine, bu değişiklikler muhtemelen BDNF ve IGF-1'deki değişikliklerden kaynaklanmaktadır (Lista & Sorrentino, 2010). BDNF, glutamaterjik nörotransmisyonun güçlendirilmesi ve gama-aminobütirik asit nörotransmisyonunun zayıflaması yoluyla sinaps oluşumunu ve büyümesini düzenler (Binder & Scharfman, 2004). Anjiyogenez yeni kan damarlarının oluşmasıdır ve kronik egzersizle artar (Lista & Sorrentino, 2010). VEGF mikro damar yoğunluğunda egzersize bağlı artışlarla ilişkili olduğundan, anjiyogenezin desteklenmesinde önemli bir rol oynar (Shibuya, 2011). BDNF, VEGF transkripsiyonunu uyardığından, BDNF ve VEGF ekspresyonu seviyeleri pozitif olarak ilişkilidir (Lin & ark., 2014). Bu faktörler üzerine hem haftalar boyunca devam

eden kronik hem de kısa dönemde gerçekleştirilen akut aerobik egzersizler çeşitli etkiler göstermektedir.

Kronik egzersiz, merkezi sinir sistemine BDNF alımının etkinliğini arttırmakta ve transkripsiyon ve sinyalleşme basamaklarını yukarı yönlü olarak düzenlemektedir. Bununla birlikte, uzun süreli egzersiz müdahaleleri, egzersiz eğitimi takiben serum ve plazma BDNF düzeylerinin arttığını göstermektedir (Leckie & ark., 2014). Benzer bir şekilde uzun süreli egzersiz müdahalelerini takiben genç bireylerin IGF-1 düzeyinde artışlar olabileceği gösterilmiştir (Ardawi, Rouzi & Qari, 2012; Nindl & ark., 2012). Yapılan bir çalışmada aerobik egzersizin motor korteksteki nöroplastik değişiklikleri aktive ettiğini ve bu değişikliklerin özellikle düşük yoğunluklu aerobik egzersizi takiben teşvik edebildiği belirtilmektedir (Cirillo & ark., 2009). Başka bir çalışmada 2,5-12 aylık müdahalelerin ardından gri madde hacminin arttığı ve dolayısıyla 2,5 aylık aerobik egzersizin yapısal değişiklikleri tetiklemek için yeterli olabileceği düşünülmektedir (Gondoh & ark., 2009). Çünkü gliojenik ve nörojenik süreçlerin düzenlenmesi yoluyla aerobik egzersiz beyaz madde hacmini artırırken, gliogenez, nörojenez ve sinaptogenez gri madde hacmini artırmaktadır. Bu, nöronal büyüme ve sinaps oluşumu için çok önemlidir (Revelo Herrera & Leon-Rojas, 2024). Yapılan bir sistematik incelemede, aerobik egzersizin süresindeki farklılıklara rağmen, gri madde hacminde ve sinirsel aktivitede artış gösteren çalışmalar, aynı egzersiz sıklığını (haftada üç egzersiz nöbeti) kullanmıştır (Revelo Herrera & Leon-Rojas, 2024). Bu frekansın aerobik egzersiz eğitimi yoluyla nöroplastisiteyi tetiklemede etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca özellikle orta şiddette yapılan aerobik

egzersizin nörotrofik faktörleri; BDNF ve IGF-1 etkileyerek ve antiinflamatuvar sitokinlerin salınımını tetikleyerek nörojenezi arttırdığı belirtilmekte ve bu nedenle egzersizin nörojenezi arttırması için uzun süre devam ettirilmesi ve orta şiddetli aerobik karakterde olması önerilmektedir (El-Sayes & ark., 2019; Revelo Herrera & Leon-Rojas, 2024). Ancak doz-yanıt ilişkisi dikkate alındığında düşük, orta, yüksek şiddetli egzersizlerin nöroplastisite üzerindeki etkinliğine dair daha fazla ve karşılaştırmalı egzersiz çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Moleküler düzeyde, akut egzersiz periferik BDNF, IGF-1 ve VEGF konsantrasyonunu modüle etmektedir. Birçok çalışma, tek bir aerobik egzersiz seansının BDNF'yi ve VEGF'yi artırdığını göstermiştir (Huang & ark., 2014). Ancak akut bir aerobik egzersizi takiben IGF-1'in arttığı veya değişmediği bildirilmektedir (Griffin & ark., 2011; Skriver & ark., 2014). Akut egzersiz sırasında artan serebral kan akışı BDNF, IGF-1 ve VEGF'nin kan-beyin bariyerini geçmesine ve kortekse ulaşmalarına yardım etmektedir (Mang & ark., 2013; Trejo & ark., 2001). Bu durum nörotrofik ve büyüme faktörü seviyelerini ve hücrel süreçleri teşvik etmekte, yapısal, işlevsel ve davranışsal değişikliklere yol açmaktadır (Revelo Herrera & Leon-Rojas, 2024). Egzersiz müdahalelerinde kullanılan akut egzersiz nöbetlerinin yoğunluğunu ve süresini dikkate almak egzersiz kaynaklı nöroplastisiteye bireysel katkılarını değerlendirmek için önemlidir. Süre sabit tutulduğunda, akut egzersizin yoğunluğu, moleküler ve davranışsal düzeyde nöroplastisite indüksiyonunu etkiler. Düşük yoğunluklara kıyasla yüksek yoğunluklu egzersiz sonrasında BDNF ve IGF-1 düzeylerinde daha büyük artışlar gözlemlenmiştir (Ferris, Williams

& Shen, 2007; Schwarz & ark., 1996). Ayrıca, yüksek yoğunluklu egzersiz sonrasında, düşük yoğunluklu egzersizlere kıyasla motor becerilerin korunmasında daha fazla iyileşme gözlemlenmiştir (Thomas & ark., 2016). Mevcut kanıtlar 20 dakikalık akut egzersizin nöroplastisiteyi tetiklemek için yeterli olduğunu göstermektedir. Örneğin, serum BDNF seviyelerinin 20 dakikalık aerobik egzersiz sonrasında maksimum konsantrasyona ulaştığı belirtilmiş ve 30 dakikalık egzersiz sonrasında daha fazla artış gözlenmemiştir (Schmidt-Kassow & ark., 2012). Ayrıca, 20 ve 40 dakikalık egzersiz, serum BDNF düzeylerinde benzer artışlara neden olmuştur (Schmolesky, Webb & Hansen, 2013). Genç yetişkinlerde akut aerobik egzersizin etkinliğini inceleyen çalışmalar, düşük veya orta şiddetteki aerobik egzersizin tek seans sonunda bile transkraniyal manyetik stimülasyona (TMS) olan cevapta artış sağladığına dair kanıtlar gösterirken (McDonnell & ark., 2013), yüksek yoğunluklu aerobik egzersizin bireylerin motor korteksindeki TMS'nin neden olduğu nöroplastisitenin kolaylaştırılmasını engelleyebilmekte ve her zaman indüklenen bir nöroplastisite cevabını geliştiremeyebileceğini göstermektedir (Smith & ark., 2018). Başka bir çalışmada Perini ve arkadaşları hafif şiddette tek seans bir aerobik egzersizin kardiyorespiratuar endüransı arttırması nedeniyle nöroplastisiteyi, nörogenezi, anjiogenezi geliştirdiğini ve nörotrofik faktörleri arttırdığını bildirmiştir (Perini & ark., 2016). Bu sonuçlarla düşük ve orta şiddetli akut aerobik egzersizin nöroplastisite üzerinde nörotrofik faktörler üzerinden daha etkili olduğu gösterilmektedir.

Dirençli Egzersiz ve Nöroplastisite

Dirençli egzersizler, dış bir direnç veya kuvvete karşı kasların tekrarlı kasılması ile gerçekleştirilmektedir. Bu egzersiz

kısa vadede (günler-haftalar) hücrel reaksiyonlar sayesinde kas gücünde artışa yol açmaktadır ve uzun vadeli antrenmanın (aylar-yıllar) ardından ise sinaptogenez yoluyla yapısal değişiklikler meydana getirmektedir (Tallent & ark., 2021). Bir meta-analiz çalışması kas aktif olduğunda direnç antrenmanının motor uyandırılmış potansiyeli artırdığını ve kısa süreli intrakortikal inhibisyonu azalttığını göstermiştir (Siddique & ark., 2020). Bu sonuç kısa süreli dirençli egzersizin genel olarak antrenmanlı kasın kortikospinal çıktısında bir artışa yol açtığını göstermektedir. Direnç egzersizinin hem egzersiz yapan hem de egzersize katılmayan ekstremitelerde kortikospinal aktivitenin artmasına yol açtığını göstererek kanıtlar, eğitimin neden olduğu nöroplastisitenin genel etkisini göstermektedir. Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme ile elde edilen sonuçlar, sağlıklı yaşlı kadınlarda 12 ay boyunca haftada iki kez yapılan dirençli egzersizi takiben beyin ön sol orta temporal girus, sol ön insula ve lateral yörünge ön korteksinde daha fazla hemodinamik aktivite olduğunu göstermiştir (Liu-Ambrose & ark., 2012). Ayrıca egzersiz sonrasında bilişsel performans ve nöroplastisitedeki iyileşmelerin, yüksek IGF-1 ve azalan homosistein düzeylerini içeren mekanizmalardan etkilendiği öne sürülmektedir (Cassilhas & ark., 2007; Vincent & ark., 2003). Ek olarak iskelet kasının kasılma mekanizmasının sinirsel aktivasyonunu iyileştirerek maksimum istemli kuvvetini arttırdığı ve nöral uyarılabilirlik aracılığıyla da nöroplastisitede etkili olduğu vurgulanmaktadır (Hortobágyi & ark., 2021).

Lepley ve arkadaşları ön çapraz bağ cerrahisi sonrası, kuadriseps kasına uygulanan 8 hafta izokinetik eksantrik egzersizin bireylerin beyin aktivasyonunda, kortikospinal ve spinal refleks

uyarılabilirliğinde pozitif adaptasyonların kolaylaştırılmasında görev aldığını göstermiştir (Lepley & ark., 2018). Dirençli egzersizler aynı zamanda nöroprotektif ve nörojeneratif etkiler de üretirek nöroplastisite üzerinde etkili olmaktadır ancak egzersizin yoğunluğu ilişkisi net olarak bilinmemektedir (Serra & ark., 2022; Vilela & ark., 2017). Yapılan çalışmalar düşük yoğunluklu dirençli egzersizin ve bilişsel eğitimin, bilişsel işlevi ve nöroplastisiteye yol açan nörotrofik belirteçlerini iyileştirmede de etkili olduğunu bildirmiştir (Chow & ark., 2021; Intzandt & ark., 2021). Ancak bir meta-analiz çalışmasında yüksek yoğunluktaki egzersizlerin düşük yoğunluklu egzersizlere kıyasla nöroplastisite üzerine etki büyüklüğünün 2 kat daha fazla olduğu da bildirilmektedir. Ancak düşük yoğunluklu egzersizlerin yine de nöroplastisite üzerinde anlamlı bir genel etkiye sahip olabileceği öne sürülmektedir (Hortobágyi & ark., 2022).

Egzersizin nörotrofik faktörler üzerinden nöroplastisite üzerinde rol oynadığı bilinmektedir. Ancak dirençli egzersizler için bu sonuçlar tutarsızlık göstermektedir. Yapılan çalışmalar dirençli egzersizin yüksek yoğunlukta IGF-1 seviyelerinde hiçbir değişiklik, artış ve hatta azalma olduğunu bildirmektedir (Chow & ark., 2021; Coelho-Júnior & ark., 2020; Maass & ark., 2016; Moreno-Cabañas & ark., 2022). Ayrıca sonuçlar, VEGF aracılı nöroplastisitenin de dirençli egzersiz şiddetine bağlı modülasyonu açısından benzer şekilde farklılıklar göstermektedir (Maass & ark., 2016; Voss & ark., 2013). Yapılan bir sistematik analiz dirençli egzersizin BDNF gibi nörotrofik faktörlerin aktivasyonunu artırarak bilişsel fonksiyon, hafıza ve özellikle frontal lob aktivitesinde değişikliklere yol açtığı belirlenmiştir (Herold & ark., 2019). Başka bir sistematik derlemede,

60 yaş üstü bireylerin uyguladıkları dirençli egzersizin BDNF düzeylerinde artış ve depresyonun azalmasında etkili olduğu belirlenmiştir. Sonuçta BDNF'nin sinir sistemindeki nöronların gelişimini ve hayatta kalmasını destekleyerek nöroplastisite üzerinde önemli rol oynadığını gösterilmiştir (Setayesh & Mohammad Rahimi, 2023). Yapılan çalışmalar incelendiğinde dirençli egzersizin de nöroplastisitenin gerçekleşmesinde etkili olduğu düşünülmektedir. Ancak dirençli egzersize yanıt olarak kas fonksiyonundaki değişiklikler, nöroplastisite belirteçleri ve kas ve tendon mimarisi indeksleri arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar ihtiyaç duyulmaktadır (Hortobágyi & ark., 2021). Ayrıca dirençli egzersiz eğitiminin nöroplastisite üzerinde etkili olduğu belirtilse de egzersizin şiddet, süre ve frekansına dair net bilgiler bulunmamaktadır. Bu nedenle ileri klinik araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Sonuç

Güncel literatür incelendiğinde egzersizin nöroplastisiteyi geliştirdiği, nörojenез, anjiogenez ve sinaptogenez de arttırarak bilişsel fonksiyonları iyileştirdiği gözlenmiştir. Bu kapsamda özellikle orta şiddetli kronik veya düşük ve orta şiddetli akut aerobik egzersizlerin nöroplastisite üzerinde daha etkili olduğu belirlenmiştir. Ayrıca dirençli egzersizler benzer şekilde BDNF ve IGF-1 gibi nörotrofik faktörler üzerinden nöroplastisiteyi geliştirerek bilişsel fonksiyonda iyileşmeye yardım etmektedir. Böylece gelişen nöroplastisite ile nörodejeneratif, nöropsikiyatrik, kardiyovasküler problemlerin önlenmesi ve azaltılmasında, ayrıca yaşlanmanın geciktirilmesinde de egzersizin önemli yeri olduğu vurgulanmıştır. Ancak nöroplastisite üzerine dirençli egzersizlerin

optimal tedavi süresi, sıklığı ve şiddet, üzerine literatür net değildir. Hem aerobik egzersiz hem de dirençli egzersizin nöroplastisite ile ilişkisinin daha net belirlenmesi adına ileri klinik insan araştırmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Kaynaklar

Ardawi, M. S., Rouzi, A. A., & Qari, M. H. (2012). Physical activity in relation to serum sclerostin, insulin-like growth factor-1, and bone turnover markers in healthy premenopausal women: a cross-sectional and a longitudinal study. *J Clin Endocrinol Metab*, 97(10), 3691-3699. Doi:10.1210/jc.2011-3361

Bekinschtein, P., Cammarota, M., & Medina, J. H. (2014). BDNF and memory processing. *Neuropharmacology*, 76 Pt C, 677-683. Doi:10.1016/j.neuropharm.2013.04.024

Binder, D. K., & Scharfman, H. E. (2004). Brain-derived neurotrophic factor. *Growth Factors*, 22(3), 123-131. Doi:10.1080/08977190410001723308

Cassilhas, R. C., Viana, V. A., Grassmann, V., Santos, R. T., Santos, R. F., Tufik, S., & Mello, M. T. (2007). The impact of resistance exercise on the cognitive function of the elderly. *Med Sci Sports Exerc*, 39(8), 1401-1407. Doi:10.1249/mss.0b013e318060111f

Chow, Z. S., Moreland, A. T., Macpherson, H., & Teo, W. P. (2021). The Central Mechanisms of Resistance Training and Its Effects on Cognitive Function. *Sports Med*, 51(12), 2483-2506. Doi:10.1007/s40279-021-01535-5

Cirillo, J., Lavender, A. P., Ridding, M. C., & Semmler, J. G. (2009). Motor cortex plasticity induced by paired associative stimulation is enhanced in physically active individuals. *J Physiol*, 587(Pt 24), 5831-5842. Doi:10.1113/jphysiol.2009.181834

Coelho-Júnior, H. J., Gonçalves, I. O., Sampaio, R. A. C., Sampaio, P. Y. S., Lusa Cadore, E., Calvani, R., . . . Uchida, M. C. (2020). Effects of Combined Resistance and Power Training on Cognitive Function in Older Women: A Randomized Controlled Trial. *Int J Environ Res Public Health*, 17(10), 3435. Doi:10.3390/ijerph17103435

Contrepois, K., Wu, S., Moneghetti, K. J., Hornburg, D., Ahadi, S., Tsai, M. S., . . . Snyder, M. P. (2020). Molecular Choreography of Acute Exercise. *Cell*, 181(5), 1112-1130.e1116. Doi:10.1016/j.cell.2020.04.043

El-Sayes, J., Harasym, D., Turco, C. V., Locke, M. B., & Nelson, A. J. (2019). Exercise-Induced Neuroplasticity: A Mechanistic Model and Prospects for Promoting Plasticity. *Neuroscientist*, 25(1), 65-85. Doi:10.1177/1073858418771538

Fernandez, A. M., & Torres-Alemán, I. (2012). The many faces of insulin-like peptide signalling in the brain. *Nat Rev Neurosci*, 13(4), 225-239. Doi:10.1038/nrn3209

Ferris, L. T., Williams, J. S., & Shen, C. L. (2007). The effect of acute exercise on serum brain-derived neurotrophic factor levels and cognitive function. *Med Sci Sports Exerc*, 39(4), 728-734. Doi:10.1249/mss.0b013e31802f04c7

Fyfe, J. J., Hamilton, D. L., & Daly, R. M. (2022). Minimal-Dose Resistance Training for Improving Muscle Mass, Strength, and Function: A Narrative Review of Current Evidence and Practical Considerations. *Sports Med*, 52(3), 463-479. Doi:10.1007/s40279-021-01605-8

Gallardo-Gómez, D., Del Pozo-Cruz, J., Noetel, M., Álvarez-Barbosa, F., Alfonso-Rosa, R. M., & Del Pozo Cruz, B. (2022). Optimal dose and type of exercise to improve cognitive function in older adults: A systematic review and bayesian model-based network meta-analysis of RCTs. *Ageing Res Rev*, 76, 101591. Doi:10.1016/j.arr.2022.101591

Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I. M., . . . Swain, D. P. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 43(7), 1334-1359. Doi:10.1249/MSS.0b013e318213fefb

Gondoh, Y., Sensui, H., Kinomura, S., Fukuda, H., Fujimoto, T., Masud, M., . . . Takekura, H. (2009). Effects of aerobic exercise training on brain structure and psychological well-being in young adults. *J Sports Med Phys Fitness*, 49(2), 129-135.

Grgic, J., Schoenfeld, B. J., Orazem, J., & Sabol, F. (2022). Effects of resistance training performed to repetition failure or non-failure on muscular strength and hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. *J Sport Health Sci*, 11(2), 202-211. Doi:10.1016/j.jshs.2021.01.007

Griffin É, W., Mullally, S., Foley, C., Warmington, S. A., O'Mara, S. M., & Kelly, A. M. (2011). Aerobic exercise improves hippocampal function and increases BDNF in the serum of young adult males. *Physiol Behav*, 104(5), 934-941. Doi:10.1016/j.physbeh.2011.06.005

Gulyaeva, N. V. (2017). Molecular Mechanisms of Neuroplasticity: An Expanding Universe. *Biochemistry (Mosc)*, 82(3), 237-242. Doi:10.1134/s0006297917030014

Guo, W., Nagappan, G., & Lu, B. (2018). Differential effects of transient and sustained activation of BDNF-TrkB signaling. *Dev Neurobiol*, 78(7), 647-659. Doi:10.1002/dneu.22592

Herold, F., Törpel, A., Schega, L., & Müller, N. G. (2019). Functional and/or structural brain changes in response to resistance exercises and resistance training lead to cognitive improvements - a systematic review. *Eur Rev Aging Phys Act*, 16, 10. Doi:10.1186/s11556-019-0217-2

Hortobágyi, T., Granacher, U., Fernandez-Del-Olmo, M., Howatson, G., Manca, A., Deriu, F., . . . Colomer-Poveda, D. (2021). Functional relevance of resistance training-induced neuroplasticity in health and disease. *Neurosci Biobehav Rev*, 122, 79-91. Doi:10.1016/j.neubiorev.2020.12.019

Hortobágyi, T., Vetrovsky, T., Balbim, G. M., Sorte Silva, N. C. B., Manca, A., Deriu, F., . . . Granacher, U. (2022). The impact of aerobic and resistance training intensity on markers of neuroplasticity in health and disease. *Ageing Res Rev*, 80, 101698. Doi:10.1016/j.arr.2022.101698

Huang, T., Larsen, K. T., Ried-Larsen, M., Møller, N. C., & Andersen, L. B. (2014). The effects of physical activity and exercise on brain-derived neurotrophic factor in healthy humans: A review. *Scand J Med Sci Sports*, 24(1), 1-10. Doi:10.1111/sms.12069

Intzandt, B., Vrinceanu, T., Huck, J., Vincent, T., Montero-Odasso, M., Gauthier, C. J., & Bherer, L. (2021). Comparing the effect of cognitive vs. exercise training on brain MRI outcomes in healthy older adults: A systematic review. *Neurosci Biobehav Rev*, 128, 511-533. Doi:10.1016/j.neubiorev.2021.07.003

Johansson, M. E., Cameron, I. G. M., Van der Kolk, N. M., de Vries, N. M., Klimars, E., Toni, I., . . . Helmich, R. C. (2022). Aerobic Exercise Alters Brain Function and Structure in Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Trial. *Ann Neurol*, 91(2), 203-216. Doi:10.1002/ana.26291

Jürimäe, J., Tillmann, V., Purge, P., & Jürimäe, T. (2017). Body composition, maximal aerobic performance and inflammatory biomarkers in endurance-trained athletes. *Clin Physiol Funct Imaging*, 37(3), 288-292. Doi:10.1111/cpf.12299

Kempermann, G., Gage, F. H., Aigner, L., Song, H., Curtis, M. A., Thuret, S., . . . Frisén, J. (2018). Human Adult Neurogenesis: Evidence and Remaining Questions. *Cell Stem Cell*, 23(1), 25-30. Doi:10.1016/j.stem.2018.04.004

Knaepen, K., Goekint, M., Heyman, E. M., & Meeusen, R. (2010). Neuroplasticity - exercise-induced response of peripheral brain-derived neurotrophic factor: a systematic review of experimental studies in human subjects. *Sports Med*, 40(9), 765-801. Doi:10.2165/11534530-000000000-00000

Kowiański, P., Lietzau, G., Czuba, E., Waśkow, M., Steliga, A., & Moryś, J. (2018). BDNF: A Key Factor with Multipotent Impact on Brain Signaling and Synaptic Plasticity. *Cell Mol Neurobiol*, 38(3), 579-593. Doi:10.1007/s10571-017-0510-4

Leckie, R. L., Oberlin, L. E., Voss, M. W., Prakash, R. S., Szabo-Reed, A., Chaddock-Heyman, L., . . . Erickson, K. I. (2014). BDNF mediates improvements in executive function following a 1-year exercise intervention. *Front Hum Neurosci*, 8, 985. Doi:10.3389/fnhum.2014.00985

Lepley, L. K., Grooms, D. R., Burland, J. P., Davi, S. M., Mosher, J. L., Cormier, M. L., & Lepley, A. S. (2018). Eccentric cross-exercise after anterior cruciate ligament reconstruction: Novel case series to enhance neuroplasticity. *Phys Ther Sport*, 34, 55-65. Doi:10.1016/j.ptsp.2018.08.010

Liguori, G., & Medicine, A. C. O. S. (2020). *ACSM's guidelines for exercise testing and prescription*: Lippincott Williams & Wilkins.

Lin, C. Y., Hung, S. Y., Chen, H. T., Tsou, H. K., Fong, Y. C., Wang, S. W., & Tang, C. H. (2014). Brain-derived neurotrophic factor increases vascular endothelial growth factor expression and enhances angiogenesis in human chondrosarcoma cells. *Biochem Pharmacol*, 91(4), 522-533. Doi:10.1016/j.bcp.2014.08.008

Lin, T. W., Tsai, S. F., & Kuo, Y. M. (2018). Physical Exercise Enhances Neuroplasticity and Delays Alzheimer's Disease. *Brain Plast*, 4(1), 95-110. Doi:10.3233/bpl-180073

Lista, I., & Sorrentino, G. (2010). Biological mechanisms of physical activity in preventing cognitive decline. *Cell Mol Neurobiol*, 30(4), 493-503. Doi:10.1007/s10571-009-9488-x

Liu-Ambrose, T., Nagamatsu, L. S., Voss, M. W., Khan, K. M., & Handy, T. C. (2012). Resistance training and functional

plasticity of the aging brain: a 12-month randomized controlled trial. *Neurobiol Aging*, 33(8), 1690-1698. Doi:10.1016/j.neurobiolaging.2011.05.010

Louissaint, A., Jr., Rao, S., Leventhal, C., & Goldman, S. A. (2002). Coordinated interaction of neurogenesis and angiogenesis in the adult songbird brain. *Neuron*, 34(6), 945-960. Doi:10.1016/s0896-6273(02)00722-5

Maass, A., Düzel, S., Brigadski, T., Goerke, M., Becke, A., Sobieray, U., . . . Düzel, E. (2016). Relationships of peripheral IGF-1, VEGF and BDNF levels to exercise-related changes in memory, hippocampal perfusion and volumes in older adults. *Neuroimage*, 131, 142-154. Doi:10.1016/j.neuroimage.2015.10.084

Mandyam, C. D., Wee, S., Eisch, A. J., Richardson, H. N., & Koob, G. F. (2007). Methamphetamine self-administration and voluntary exercise have opposing effects on medial prefrontal cortex gliogenesis. *J Neurosci*, 27(42), 11442-11450. Doi:10.1523/jneurosci.2505-07.2007

Mang, C. S., Campbell, K. L., Ross, C. J., & Boyd, L. A. (2013). Promoting neuroplasticity for motor rehabilitation after stroke: considering the effects of aerobic exercise and genetic variation on brain-derived neurotrophic factor. *Phys Ther*, 93(12), 1707-1716. Doi:10.2522/ptj.20130053

Martínez-Morga, M., Paz Quesada, M., Bueno, C., & Martinez, S. (2019). [Neurobiological bases of autism and cellular models for its experimental study]. *Medicina (B Aires)*, 79(Suppl 1), 27-32.

McDonnell, M. N., Buckley, J. D., Opie, G. M., Ridding, M. C., & Semmler, J. G. (2013). A single bout of aerobic exercise promotes motor cortical neuroplasticity. *J Appl Physiol* (1985), 114(9), 1174-1182. Doi:10.1152/jappphysiol.01378.2012

Moreno-Cabañas, A., Ortega, J. F., Morales-Palomo, F., Ramirez-Jimenez, M., Alvarez-Jimenez, L., & Mora-Rodriguez, R. (2022). One Bout of Resistance Training Does Not Enhance Metformin Actions in Prediabetic and Diabetic Individuals. *Med Sci Sports Exerc*, 54(7), 1043-1050. Doi:10.1249/mss.0000000000002889

Nanda, B., Balde, J., & Manjunatha, S. (2013). The Acute Effects of a Single Bout of Moderate-intensity Aerobic Exercise on Cognitive Functions in Healthy Adult Males. *J Clin Diagn Res*, 7(9), 1883-1885. Doi:10.7860/jcdr/2013/5855.3341

Nieto-Estévez, V., Defterali, Ç., & Vicario-Abejón, C. (2016). IGF-I: A Key Growth Factor that Regulates Neurogenesis and Synaptogenesis from Embryonic to Adult Stages of the Brain. *Front Neurosci*, 10, 52. Doi:10.3389/fnins.2016.00052

Nindl, B. C., Scofield, D. E., Strohbach, C. A., Centi, A. J., Evans, R. K., Yanovich, R., & Moran, D. S. (2012). IGF-I, IGFBPs, and inflammatory cytokine responses during gender-integrated Israeli Army basic combat training. *J Strength Cond Res*, 26 Suppl 2, S73-81. Doi:10.1519/JSC.0b013e31825d81ba

Parrini, M., Ghezzi, D., Deidda, G., Medrihan, L., Castroflorio, E., Alberti, M., . . . Contestabile, A. (2017). Aerobic exercise and a BDNF-mimetic therapy rescue learning and memory

in a mouse model of Down syndrome. *Sci Rep*, 7(1), 16825. Doi:10.1038/s41598-017-17201-8

Perini, R., Bortoletto, M., Capogrosso, M., Fertoni, A., & Miniussi, C. (2016). Acute effects of aerobic exercise promote learning. *Sci Rep*, 6, 25440. Doi:10.1038/srep25440

Revelo Herrera, S. G., & Leon-Rojas, J. E. (2024). The Effect of Aerobic Exercise in Neuroplasticity, Learning, and Cognition: A Systematic Review. *Cureus*, 16(2), e54021. Doi:10.7759/cureus.54021

Reycraft, J. T., Islam, H., Townsend, L. K., Hayward, G. C., Hazell, T. J., & Macpherson, R. E. K. (2020). Exercise Intensity and Recovery on Circulating Brain-derived Neurotrophic Factor. *Med Sci Sports Exerc*, 52(5), 1210-1217. Doi:10.1249/mss.0000000000002242

Rothman, S. M., & Mattson, M. P. (2013). Activity-dependent, stress-responsive BDNF signaling and the quest for optimal brain health and resilience throughout the lifespan. *Neuroscience*, 239, 228-240. Doi:10.1016/j.neuroscience.2012.10.014

Ruiz-González, D., Hernández-Martínez, A., Valenzuela, P. L., Morales, J. S., & Soriano-Maldonado, A. (2021). Effects of physical exercise on plasma brain-derived neurotrophic factor in neurodegenerative disorders: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Neurosci Biobehav Rev*, 128, 394-405. Doi:10.1016/j.neubiorev.2021.05.025

Schmidt-Kassow, M., Schädle, S., Otterbein, S., Thiel, C., Doebling, A., Lötsch, J., & Kaiser, J. (2012). Kinetics of serum brain-derived neurotrophic factor following low-intensity versus high-intensity exercise in men and women. *Neuroreport*, 23(15), 889-893. Doi:10.1097/WNR.0b013e32835946ca

Schmolesky, M. T., Webb, D. L., & Hansen, R. A. (2013). The effects of aerobic exercise intensity and duration on levels of brain-derived neurotrophic factor in healthy men. *J Sports Sci Med*, 12(3), 502-511.

Schoenfeld, B. J., Grgic, J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2017). Strength and Hypertrophy Adaptations Between Low- vs. High-Load Resistance Training: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Strength Cond Res*, 31(12), 3508-3523. Doi:10.1519/jsc.0000000000002200

Schwarz, A. J., Brasel, J. A., Hintz, R. L., Mohan, S., & Cooper, D. M. (1996). Acute effect of brief low- and high-intensity exercise on circulating insulin-like growth factor (IGF) I, II, and IGF-binding protein-3 and its proteolysis in young healthy men. *J Clin Endocrinol Metab*, 81(10), 3492-3497. Doi:10.1210/jcem.81.10.8855791

Seals, D. R., Nagy, E. E., & Moreau, K. L. (2019). Aerobic exercise training and vascular function with ageing in healthy men and women. *J Physiol*, 597(19), 4901-4914. Doi:10.1113/jp277764

Serra, F. T., Cardoso, F. D. S., Petraconi, N., Dos Santos, J. C. C., Araujo, B. H. S., Arida, R. M., & Gomes da Silva, S. (2022). Resistance exercise improves learning and memory and modulates

hippocampal metabolomic profile in aged rats. *Neurosci Lett*, 766, 136322. Doi:10.1016/j.neulet.2021.136322

Setayesh, S., & Mohammad Rahimi, G. R. (2023). The impact of resistance training on brain-derived neurotrophic factor and depression among older adults aged 60 years or older: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Geriatr Nurs*, 54, 23-31. Doi:10.1016/j.gerinurse.2023.08.022

Shibuya, M. (2011). Vascular Endothelial Growth Factor (VEGF) and Its Receptor (VEGFR) Signaling in Angiogenesis: A Crucial Target for Anti- and Pro-Angiogenic Therapies. *Genes Cancer*, 2(12), 1097-1105. Doi:10.1177/1947601911423031

Siddique, U., Rahman, S., Frazer, A. K., Pearce, A. J., Howatson, G., & Kidgell, D. J. (2020). Determining the Sites of Neural Adaptations to Resistance Training: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports Med*, 50(6), 1107-1128. Doi:10.1007/s40279-020-01258-z

Skriver, K., Roig, M., Lundbye-Jensen, J., Pingel, J., Helge, J. W., Kiens, B., & Nielsen, J. B. (2014). Acute exercise improves motor memory: exploring potential biomarkers. *Neurobiol Learn Mem*, 116, 46-58. Doi:10.1016/j.nlm.2014.08.004

Smith, A. E., Goldsworthy, M. R., Wood, F. M., Olds, T. S., Garside, T., & Ridding, M. C. (2018). High-intensity Aerobic Exercise Blocks the Facilitation of iTBS-induced Plasticity in the Human Motor Cortex. *Neuroscience*, 373, 1-6. Doi:10.1016/j.neuroscience.2017.12.034

Smith, P. J., Blumenthal, J. A., Hoffman, B. M., Cooper, H., Strauman, T. A., Welsh-Bohmer, K., . . . Sherwood, A. (2010). Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosom Med*, 72(3), 239-252. Doi:10.1097/PSY.0b013e3181d14633

Statton, M. A., Encarnacion, M., Celnik, P., & Bastian, A. J. (2015). A Single Bout of Moderate Aerobic Exercise Improves Motor Skill Acquisition. *PLoS One*, 10(10), e0141393. Doi:10.1371/journal.pone.0141393

Tallent, J., Woodhead, A., Frazer, A. K., Hill, J., Kidgell, D. J., & Howatson, G. (2021). Corticospinal and spinal adaptations to motor skill and resistance training: Potential mechanisms and implications for motor rehabilitation and athletic development. *Eur J Appl Physiol*, 121(3), 707-719. Doi:10.1007/s00421-020-04584-2

Thomas, R., Beck, M. M., Lind, R. R., Korsgaard Johnsen, L., Geertsens, S. S., Christiansen, L., . . . Lundbye-Jensen, J. (2016). Acute Exercise and Motor Memory Consolidation: The Role of Exercise Timing. *Neural Plast*, 2016, 6205452. Doi:10.1155/2016/6205452

Trejo, J. L., Carro, E., & Torres-Aleman, I. (2001). Circulating insulin-like growth factor I mediates exercise-induced increases in the number of new neurons in the adult hippocampus. *J Neurosci*, 21(5), 1628-1634. Doi:10.1523/jneurosci.21-05-01628.2001

Tsukita, K., Sakamaki-Tsukita, H., & Takahashi, R. (2022). Long-term Effect of Regular Physical Activity and Exercise Habits

in Patients With Early Parkinson Disease. *Neurology*, 98(8), e859-e871. Doi:10.1212/wnl.00000000000013218

van Praag, H. (2008). Neurogenesis and exercise: past and future directions. *Neuromolecular Med*, 10(2), 128-140. Doi:10.1007/s12017-008-8028-z

Vilela, T. C., Muller, A. P., Damiani, A. P., Macan, T. P., da Silva, S., Canteiro, P. B., . . . de Pinho, R. A. (2017). Strength and Aerobic Exercises Improve Spatial Memory in Aging Rats Through Stimulating Distinct Neuroplasticity Mechanisms. *Mol Neurobiol*, 54(10), 7928-7937. Doi:10.1007/s12035-016-0272-x

Vincent, K. R., Braith, R. W., Bottiglieri, T., Vincent, H. K., & Lowenthal, D. T. (2003). Homocysteine and lipoprotein levels following resistance training in older adults. *Prev Cardiol*, 6(4), 197-203. Doi:10.1111/j.1520-037x.2003.01723.x

Voss, M. W., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Chaddock, L., Kim, J. S., Alves, H., . . . Kramer, A. F. (2013). Neurobiological markers of exercise-related brain plasticity in older adults. *Brain Behav Immun*, 28, 90-99. Doi:10.1016/j.bbi.2012.10.021

Wang, Y., & Xu, D. (2017). Effects of aerobic exercise on lipids and lipoproteins. *Lipids Health Dis*, 16(1), 132. Doi:10.1186/s12944-017-0515-5

Yamaguchi, M., Seki, T., Imayoshi, I., Tamamaki, N., Hayashi, Y., Tatebayashi, Y., & Hitoshi, S. (2016). Neural stem cells and neuro/gliogenesis in the central nervous system: understanding the structural and functional plasticity of the developing, mature, and

diseased brain. *J Physiol Sci*, 66(3), 197-206. Doi:10.1007/s12576-015-0421-4

Zborowski, V. A., Heck, S. O., Sari, M. H. M., Bastos, N. K., Neto, J. S. S., & Nogueira, C. W. (2019). (p-ClPhSe)(2) modulates hippocampal BDNF/TrkB signaling and reverses memory impairment induced by diabetes in mice. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry*, 94, 109660. Doi:10.1016/j.pnpbp.2019.109660

BÖLÜM VI

Lumbal Disk Hernisinde Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Şafak KUZU¹
İrem VALAMUR²

1.Giriş

Lumbal disk hernisi (LDH), bel ağrısına ve radiküler bacak ağrısına yol açan çok yaygın bir omurga bozukluğudur. Bu durum, disk bileşenlerinin (nükleus pulposus veya annulus fibrozis) yer değiştirmesi olarak tanımlanır. İnsanların yaklaşık %70'i hayatlarının bir noktasında bel ağrısını deneyimlemektedir (Hoy & ark., 2010). LDH'de intervertebral diskin parçası olan nükleus pulposusun bütünlüğünün bozulmuş olması ya da sadece yer değiştirme yönü ve miktarına göre semptomlar ve tedavi yöntemleri farklılık göstermektedir. Etkilenen seviye ve köke göre lumbal veya lumbosakral pleksustan çıkan sinirlerin inerve ettiği bölgelerde

¹ Dr.Öğr.Üyesi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, Kırşehir/Türkiye Orcid: 0000-0003-0145-3565, safak.yumusak@gmail.com

² Araş. Gör., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, Kırşehir/Türkiye Orcid: 0000-0003-4478-3660, iremvalamur@gmail.com

duyusal ve motor semptomlar gözlenmektedir. Problemin veya semptomların ciddiyeti spinal kanal içerisindeki sinirin bası altında kalma ve inflamatuvar reaksiyon gelişimine göre değişebilmektedir.

1.1. Lumbal disk hernisi fonksiyonel anatomisi ve patofizyolojisi

Fonksiyonel ünite vertebral kolonun biyomekaniksel olarak bütün özelliklerini taşıyan en küçük birimdir. İki vertebra gövdesi arasında bir intervertebral disk, faset eklemler ve yumuşak doku elemanları bir fonksiyonel üniteyi oluşturur. İntervertebral diskler aksiyal hareketin ve torsiyonel yüklerin eşit dağılmasını sağlar. Ayrıca intervertebral diskler lumbal bölgede vücut ağırlığının büyük bir bölümünü taşırlar dolayısıyla bu bölge intervertebral disklerin en kalın olduğu kısımdır (7-10 mm kalınlığında). İntervertebral disk nukleus pulposus (NP) ve annulus fibrosus (AF) adı verilen iki farklı yapıdaki kollajen liflerden oluşur (Amin, Andrade, & Neuman, 2017). NP bir kollajen salgılama bölgesidir ve suyun tutulmasını kolaylaştıran, omurganın aksenel sıkışmasına direnmek için hidrostatik basınç yaratan çok sayıda proteoglikan içerir; esas olarak toplam kuru ağırlığının %20'sini oluşturan tip II kolajenden oluşur (Kadow & ark., 2015). Disk alanı boyunca sıkıştırma kuvvetleri uygulandığında, NP içindeki basınç artar, bu da çevresel olarak konumlandırılmış halka şeklindeki lifleri iten ve onları gerilim altına sokan daha düz şekilli NP görölmesine yol açar. Bu ortamda AF, stresleri dağıtır ve NP'yi diskin merkezinde tutar. AF düzensizse, yumuşak çekirdek içeri doğru itilebilir ve bombeleşerek fıtıklaşabilir (Rothman, Simeone, & Herkowitz, 2018). Fıtık olarak kabul edilebilmesi için, disk malzemesinin normal konumundan yer değiştirmesi ve osteofitlerin arasındaki boşluklarda bağ dokularının

gelişmesi veya halka şeklindeki dokunun bir vertebranın arkasına yer değiştirmesi durumunda olduğu gibi, apofizlerin kenarlarının ötesinde kazanılmış bir büyümeyi temsil etmemesi gerekir. Subluksasyona adaptasyon gibi durumlarda herni, yalnızca normal AF'nin bozulmasıyla veya intravertebral hernisi (Schmorl düğümü) olduğu gibi, vertebral gövde uç plakasındaki bir defektle ilişkili olarak ortaya çıkabilir (Williams & ark., 2014).

İntervertebral diskin biyolojisindeki çeşitli değişikliklerin disk hernisine katkıda bulunduğu düşünülmektedir, ancak disk hernisine yol açan kesin tetikleyici olay henüz keşfedilmemiştir (Rothman & ark., 2018). Bazı yazarlar, akut travmatik bir epizodun diskin yer değiştirmesine yol açtığına inanmaktadır, ancak bu büyük ihtimalle fokal AF zayıflığı geliştiren daha önce dejenere olmuş bir diske uygulanan kuvvetle ilişkilidir (Benzakour & ark., 2019). AF'yi zayıflatan dejeneratif değişiklikler NP materyalinin herniasyonunu kolaylaştırır; bu değişiklikler NP'de su tutulmasının azalmasından (Brayda-Bruno & ark., 2014; Colombier & ark., 2014; Kalb & ark., 2012) NP ve iç AF'de artan tip I kollajen yüzdesinden, kollajen ve hücre dışı matriks materyallerinin bozulmasından kaynaklanabilir ve apoptoz, matriks metalloproteinaz ekspresyonu ve inflamatuvar yollar gibi bozulma sistemlerinin düzenlenmesi etkilenir (Martirosyan & ark., 2016; Mayer & ark., 2013). Disk dejenerasyonunun %74'e kadarının genetik faktörlere ve yapısal proteinleri (kollajen I, IX ve XI), yapısal destek proteinlerini (D vitamini reseptörleri), sitokinleri (interlökin) kodlayan çok sayıda genden kaynaklandığı varsayılmaktadır (Martirosyan & ark., 2016).

Ancak LDH sadece yaşlı veya dejenere olmuş disklerde ortaya çıkmaz; Dejenerasyona atfedilemeyen disk hernisi vakaları,

omurganın aşırı yüklenmesine atfedilebilir (Amin & ark., 2017). Spesifik olarak, bazı hastalarda NP'nin nispeten sağlıklı durumuyla birlikte AF'de daha fokal dejeneratif bir sürecin, AF'nin çatlamasına ve basınçlı NP dokusunun ekstrüzyonuna yol açabileceği ima edilmiştir. Keçi lumbal omurgalarından elde edilen son bilimsel kanıtlar, uzun süreli statik eksenel aşırı yüklenmenin lumbal intervertebral diski, hareketsiz ve oturarak yaşam tarzı sürdüren kişilerde bel ağrısı ve fıtığın temeli olabilecek posterolateral herni için hazırladığını göstermiştir (Paul & ark., 2017).

Lumbal disk hernisinin seviyeleri, tutulumun yönünü hastalığın şiddetini anlatan çeşitli ifadeler bulunmaktadır. Bu ifadeler örnekler Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: LDH’de çeşitli ifadeler

Santral tutulum	Spinal kanal içerisinde bilateral tutulum varlığını göstermektedir. Semptomlar her iki tarafta görülebilir.
Posterolateral tutulum	Semptomlar tek taraflıdır, unilateral etkilenim görülür
Foraminal tutulum	Disk hernisi spinal kanal içinde sinirlerin bulunduğu forameni kaplar.
Ekstraforaminal tutulum	Disk hernisi spinal kanal içinde sinirlerin bulunduğu forameni etkilemez.
Schmorl Nodülü	NP’nin vertebra corpusu üzerine hernisi

Bulging	NP ve AF bütünlüğünü korur disk boyu kısalmış ancak disk herhangi bir yapıya baskı yapmamaktadır.
Protrüzyon	NP bütünlüğünü korur. NP, AF lifleri içerisinde bir yönde çıkıntı oluşturur. Çoğunlukla posterolateral yönde görülür ve büyüklüğüne göre ağrı oluşabilir.
Ekstrüzyon (Supraligament)	AF lifleri bütünlüğünü kaybetmiş, NP, AF içerisinden dışına taşarak Posterior Longitudinal Ligamente dayanmıştır. Ağrı duyusu keskin hissedilir, duyu ve motor kayıp görülebilir.
Sekestre	Serbest kalan NP parçası spinal kanal içerisinde bulunur. Kopan parça equina üzerinde bası oluşturabilir. Duyu, motor kayıp ve ağrı yüksektir.

Lumbal disk hernisinde klinik semptomlar

LDH’de etkilenen seviyenin myotom ve dermatom alanlarına göre karşılaşılan semptomlar alt ekstremitelerde kas kuvvet kaybı, sinir trasesi boyunca uyuşukluk ve kas krampları şeklinde karşımıza çıkabilmektedir. Bu durum fonksiyonel durumu ve günlük yaşam aktivitelerini olumsuz etkilemektedir. LDH’li bireylerde radikülopati semptomları etkilenen seviye ile kişinin günlük yaşamda etkilenecek fonksiyonları ile ilgili bilgi vermektedir. Örneğin L3-L4 seviyesi tutulumunda Femoral sinir etkilenimi görülür. Bu hastada kalça fleksiyonu ve diz ekstansiyonu motor problemi görülür kas kuvvet kaybı ile karşılaşılabılır. Hasta merdiven çıkmakta, oturup kalkmakta, zorlandığından şikâyet

edebilir. Değerlendirmelerde hasta hikâyesi doğrultusunda kişinin günlük yaşam aktivitelerine benzer alt ekstremita kas kuvvetini inceleyen testler kullanılabilir. L3-L4 seviyelerinde diz ekstansiyonu, kalça fleksiyonu değerlendirmek için otur- kalk testi kullanılabilir (Özüdoğru & ark., 2023). L5 seviyesinde radikülopati motor semptomları ayak bileği dorsi fleksörlerinde kas kuvvet kaybı olarak karşımıza çıkar (Sinaki & Mokri, 1996). L5 seviyesinde kas kuvvet kaybı olan bir hasta topukta yürüme testinde zorlanır. S1-S2 sinir motor semptomları ayak plantar fleksörlerinde kuvvet kaybı oluşturabilir kas kuvvet testi ve parmak ucu yürüme testi ile kontrol edilebilir. Etkilenen seviye dermatom alanlarına göre duyu muayenesi yapılmalıdır. Dermatom alanlarına göre karıncalanma, keçelenme, iğnelenme, sızı, sıcak, soğuk hisleri görülebilir.

1.2.Ayırıcı tanıda özel testler

Faset eklem ve spinal stenoz gibi lumbal bölge problemlerinde de disk hernisinde olduğu gibi radiküler ağrılar görülebilir. Enfeksiyon, spondilolistezis, tümör gibi durumlar radyografik değerlendirme yöntemler ile ekarte edildikten sonra klinikte kullanılan özel testler mekanik bel ağrısı, spondilolistezis kaynaklı bel ağrısı gibi bel ağrılarını birbirinden ayırmak için faydalı olabilmektedir.

1.2.1.Düz bacak kaldırma testi

Radikülopati görülen LDH akut evrelerinde test pozitif görülür. Hasta sırtüstü yatar pozisyonda diz ekstansiyonu ile pasif kalça fleksiyonu yaptırılır. Kalça fleksiyonunun 30 ile 70 dereceleri arasında aynı tarafta ağrı görülür. L3-S1 seviyelerinde siyatik sinirde bası olacağını işaret eder. Test değerlendirmesinin objektif

olabilmesi için testlerden önce uygulamayı etkileyebilecek alt ekstremitelerde kısıklık ve esnekliklerinin çift taraflı değerlendirilmesi gereklidir. Tedavi sürecinde iyileşme görülmesi durumunda ağrı daha yüksek derecelerde ortaya çıkmaya başlar. Test sırasında diğer ekstremitelerde ağrı görülmesi spinal kanal içerisinde serbest fragman görülebileceğini işaret eder (Aydın et al, 2005).

1.2.2.Femoral sinir germe testi

Radikülopati semptomlarını ağırlaştırmak için uygulanan bir testtir. Femoral sinir en gergin pozisyona getirilir, ağrı uyusukluk gibi semptomlar gerilen ekstremitelerde oluştuğunda femoral sinirde hassasiyet olduğu düşünülmektedir. Bu test femoral sinirin köken aldığı L3-L4 seviyelerini değerlendirir (Zhang & ark., 2023).

1.2.3.Slump testi

Bu test için hasta oturur elleri arkada lumbal bölge seviyesinde birleştirilir. Hastadan servikal ve torakal fleksiyon hareketi ile tek ekstremitelerde diz ekstansiyonu yapması istenir. Diz ekleminin ekstansiyonu ile ağrı oluşuyorsa boyun yeniden nötral konuma getirilir ve hasta hala diz ekstansiyonu ile ağrı hissediyorsa test pozitif kabul edilir. Bu test nöral doku duyarlılığını ve dura basısını değerlendirmektedir. Ağrının bulunduğu bölge radikülopati seviyesini göstermektedir (Majlesi, & ark., 2008).

2.Lumbal disk hernisinin tedavisinde fizyoterapi ve rehabilitasyon yöntemleri

2.1.Isı uygulamaları

Isı uygulamalarının analjezik etkisinden yararlanmak amaçlanmaktadır. Spazmda olan lumbal bölge kasları üzerinde bölgesel olarak uygulanabilmektedir. Derin, yüzeysel ısıtıcılar ve

soğuk uygulamalar hastaya göre tercih edilebilir. Sıcak uygulamalar ağrı eşiğini yükselterek, ağrı ve gerginlik taşıyan reseptörlerin uyarılmasını azaltmaktadır. Spazma giren kasların gevşemesinde etkili olmaktadır. Yüzeysel ısıtıcılar (sıcak paketler, hidroterapi, infraruj) ve derin ısıtıcılar (elektroterapi uygulamalarından terapötik ultrason, kısa dalga diatermi ve mikrodalga diatermi) sıcak tedavi yöntemleridir. Yüzeysel ısıtıcılar cilt ve altı dokuları, derin ısıtıcılar ise derin dokuları kas kemik ve ligamanları etkilemektedir. Soğuk uygulamalar antiinflamatuvar ve analjezik etkisi dolayısıyla tercih edilebilmektedir. Soğuk uygulamalar ödemi azaltarak doku iyileşmesini artırmaktadır. Soğuk paketler, soğuk spreyler, buz masajları yüzeysel soğuk uygulamalarıdır (Karataş & Keskin, 2015).

2.2.Elektroterapi uygulamaları

Ağrı kesici etkilerinden yararlanmak için Transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS), interferansiyel ve diadinamik akım tercih edilmektedir. Elektroterapide amaç kasılmayı azaltmak, ağrıyı azaltmak ve dokuların beslenmesini sağlamaktır. Aynı zamanda ısı etkisinden de yararlanılmaktadır. TENS 'te analjezi “Kapı Kontrol Teorisi” ile sağlanmaktadır. Bu teoriye göre geniş çaplı A delta sinir liflerinin uyarılır, nosiseptif uyarı taşıyan liflerin inhibe edilir, nörotransmitterlerin salınımı artar ve nosiseptif uyarı merkezi sinir sistemine iletilmez (Yip, Tse, & Wu, 2007). Ağrının azalması ile ağrı spazm döngüsü kırılmakta ve ağrısız kas kontraksiyonu sağlanmaktadır. Ağrı azalması dolayısıyla kas aktivasyonu artar ve fonksiyon düzelir. Düşük seviye lazer ile prostoglandin sentezini azaltılıp antiinflamatuvar etki oluşturulabilmektedir. Lazer tedavisi bel ağrılı bireylerde iyileşmeyi

artırarak fonksiyonel gelişmeler sağlayabilmektedir (Sakurai, Yamaguchi, & Abiko, 2000).

2.3.Traksiyon uygulamaları

Traksiyon iki yapıyı birbirinden uzaklaştırma anlamına gelir. Traksiyon uygulaması ile vertebral kolonu sagittal ekseninde uzatarak vertebra aralarındaki mesafeyi artırmak ve disk üzerindeki baskıyı azaltmak amaçlanmaktadır. Traksiyon uygulaması ile intervertebral aralık artar, nöral foramen rahatlar, faset eklemler gevşer. Dolayısı ile posteriora ya da posterolaterale kayan intervertebral disk nötral pozisyonuna yerleşebilmesi için intervertebral aralık genişlemiştir. Bu sayede radikülopatinin ve etkilerinin azalabileceği düşünülmektedir (Clarke & ark., 2007).

2.4.Egzersiz uygulamaları

2.4.1.Spinal stabilizasyon egzersizleri

Spinal stabilizasyon vertebral kolonun stabil kalmasını sağlayan mekanizmanın reaktivasyonunu sağlamaktadır. LDH'nin temel oluşum mekanizmalarından birisi lumbal fleksiyonda vertebral kolona binen yükün tolere edilemeyerek söz konusu fonksiyonel ünitenin zarar görmesidir. Vertebral kolonun her pozisyonunda stabil kalmasını ve çevresel yükleri tolere edebilmesini core kasları aktivasyonu ile spinal stabilizasyon sağlamaktadır. Bel ağrılı bireylerde ağrı ile ilişkili olarak gövde ve alt kasları aktivasyonu bozulduğu kas gücü ve enduransı düştüğü bilinmektedir (Kocaman & ark., 2023). Sağlıklı bireyler ile karşılaştırıldığında kronik bel ağrılı bireylerde transversus abdominus kası ve multifidus kasının aktivasyonunun daha düşük olduğu ve reaksiyon süresinin uzadığı görülmüştür (Demoulin & ark., 2006). Stabilizasyonu sağlayan kasları kuvvetlendirmek kompresif streslerin en aza indirilmesini sağlamaktadır. Dolayısıyla intervertebral diskler ve

evre dokular açısından yaralanma riski azalır (Richardson, Hodges, & Hides, 2004). LDH tedavisinde spinal stabilizasyon egzersizlerinde öncelikli olarak posterior pelvik tilti aktive eden lumbal ekstansiyonu ve traksiyonu artıran egzersizler öncelikli olarak tercih edilir. Bu egzersizlerin LDH olan kişilerde ağrı, fiziksel fonksiyon yaşam kalitesini geliştirdiği belirtilmiştir (Javadian & ark., 2015).

2.4.2.Manuel terapi yöntemleri

Spinal manuel terapi (SMT) fizyoterapistler tarafından bel ağrısı semptomlarında tercih edilir. SMT terimi, omurga eklem hareketini veya fonksiyonunu iyileştirmek amacıyla bir veya daha fazla eklemi normal hareket aralıkları içinde hareket ettiren herhangi bir manuel tekniği kapsayan çeşitli yöntemleri tanımlamak için kullanılır (Stochkendahl & ark., 2018). Mobilizasyon teknikleri ile maniplasyon teknikleri birbirinden farklıdır (Rubinstein & ark., 2019). Mobilizasyon, hastanın hareket ve kontrol aralığı dhilinde düşük dereceli hız, küçük veya büyük amplitdl pasif hareket tekniklerini içerir. Maniplasyon, pasif veya fizyolojik hareket aralığının sonunda veya sonuna yakın bir yerde kısa bir genlik boyunca sinovyal ekleme uygulanan yüksek hızlı bir itme işleminden oluşur.

Genel olarak SMT'nin akut etkisi olumlu olmasına rağmen orta ve uzun vade etkileri üzerinde kesin bir veri bulunmamaktadır (Stochkendahl & ark., 2018). Fizyoterapistle veya manuel terapistler tarafından yeni başlayan siyatik sinir etkilenimi olan hastalarda olağan tedaviye ek olarak SMT kullanılabilir (Stochkendahl & ark., 2018).

2.4.3.Kuvvetlendirme egzersizleri

LDH'de azalan kas kuvvet ve endurans, vertebral kolon üzerindeki dinamik yüklenmelerin artmasına diffüzyonla beslenen diskin beslenememesine sebep olmaktadır. Kas kuvvetini ve enduransını artırmak disk üzerine binen yükü azaltarak diskin beslenmesini düzeltmekte, intervertebral disk matriksinde anabolik etkiler yaratmakta ve matriks yıkımını yavaşlatmaktadır (Beyazova, 2016). Kas kuvvet ve endurans kaybı yaralanma riskini artırmaktadır. Kasa yönelik kuvvetlendirme egzersizleri kas kuvvetini ve enduransını artırarak hastanın fiziksel fonksiyonunu artırmak amacıyla yapılan kontrollü hareketlerdir. Hayden ve ark., egzersizin ağrı üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında; egzersizin ağrının şiddetini %10 oranında azalttığını bildirmişlerdir (Heymans & ark., 2004). Egzersiz sırasında ve sonrasında hastanın subjektif bildirimine göre ağrı kontrolü sağlanmalıdır. Temel amaç ağrıyı azaltmaktan çok kişinin fonksiyonel açıdan aktif olabilmesini sağlamak olmalıdır (Beyazova, 2016).

2.4.4.Aerobik egzersizler

Aerobik egzersizler egzersiz ve pulmoner kapasiteyi, fiziksel performansı artırmayı amaçlamaktadır. Orta düzeyde ritmik olarak yapılan yürüyüş, yüzme, bisiklet, koşu gibi kardiyorespiratuvar sistemin çalışmasını artırarak birçok kası aynı anda çalıştıran aktiviteleri içerir. Lumbal bölge patolojilerinde azalan fiziksel performans, kas kuvveti enduransı, kinezyofobi ve spinal mobilitayı geliştirmek amacıyla aerobik egzersizler tercih edilebilir. Aerobik egzersizler oksidatif kapasiteyi, nöromusküler kontrol ve koordinasyonu artırır. Aerobik egzersizin toplum sağlığı açısından da önemli faydaları bulunmaktadır ilaç kullanımını ve sağlık

giderlerini azaltarak işe dönüşü hızlandırır (Krismer & Van Tulder, 2007).

2.4.5.Esneklik egzersizleri

Germe egzersizleri eklem hareket açıklığını artırmayı ve esnekliği geliştirmeyi amaçlar. Disk hernisinde kullanım amacı LDH'ye sebep olan vertebral kolonun bozulmuş postürünü, azalan lumbal ekstansiyonu restore edebilmektir. Lumbal lordozu artıracak, lumbal ekstansiyon kaybını azaltacak germe egzersizleri tercih edilir. Güvenli olması dolayısıyla bu tip egzersizlerin ağrı sınırları içinde yapılması gerekmektedir. Gövde eklem hareketlerinin restorasyonunda katkı sağlayan kaslara özel germe-esneme egzersizleri verilebilir. Örneğin; latissimus dorsi kası, quadratus lumborum kası gibi. Gövde esnekliği için lumbal bölgede eklem hareketleri egzersiz programı içine dahil edilir. Lumbopelvik stabiliteye katkı sağlayan (alt ekstremitayı içeren hamstring kasları, kalça fleksör kasları çalıştırılır) kaslar da programa dahil edilmelidir (Kavcic, Grenier, & McGill, 2004).

2.4.6.Davranış tedavisi

Davranış terapisi ağrı, kinezyofobi gibi subjektif duygusal olabilecek semptomların değişmesinde etkili olabilecek bir yöntemdir. Amaç duygu ve davranış farklılıklarıyla hastalık yönetimidir. Ağrıya karşı algı, ağrıyı katastrofikleştirme ve kinezyofobi gelişiminin önüne geçmektir. Kişinin hastalığı ve semptomları ile ilgili algılarını dikkati başka yöne çekerek yeniden yapılandırma amaçlanır. Akut olarak etkilerinin önemli olduğu düşünülse de uzun süreli uygulamalardaki etkileri ile ilgili kesin bir yargı yoktur (Shiri & ark., 2010).

3.Sonuç

LDH rehabilitasyon programını belirlemek için ayrıntılı objektif bir değerlendirmeye ihtiyaç duyulmaktadır. Tedavi programının kişiye özel olması değerlendirmeler doğrultusunda uygulamaya yönelik çok yönlü veya çok bileşenli yaklaşımları içermesi gerektiğini düşünmekteyiz. Kısa sürede başarılı bir rehabilitasyon için güncel tedaviler takip edilerek farklı egzersiz tiplerinden yararlanılmalıdır.

KAYNAKLAR

Amin, R. M., Andrade, N. S., & Neuman, B. J. (2017). Lumbar disc herniation. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 10, 507-516.

Aydin, T., Yakşı, A., Öneş, K. Ç., Karacan, İ., & Seyithanoglu, H. (2005). Lomber Disk Hernisinde Düz Bacak Kaldırma Testi. *İstanbul Tıp Dergisi*, 3, 10-11

Benzakour, T., Igoumenou, V., Mavrogenis, A. F., & Benzakour, A. (2019). Current concepts for lumbar disc herniation. *International orthopaedics*, 43, 841-851.

Beyazova, M. (2016). Omurganın dejeneratif sorunlarında cerrahi olmayan tedavi yaklaşımları. *Dejeneratif Omurga Hastalıkları, ikinci baskı, Ankara: Türk Omurga Derneği, Ankara*, 125-152.

Brayda-Bruno, M., Tibiletti, M., Ito, K., Fairbank, J., Galbusera, F., Zerbi, A., . . . Sivan, S. S. (2014). Advances in the diagnosis of degenerated lumbar discs and their possible clinical application. *European Spine Journal*, 23, 315-323.

Clarke, J. A., van Tulder, M. W., Blomberg, S. E., de Vet, H. C., van der Heijden, G. J., Brønfort, G., & Bouter, L. M. (2007). Traction for low-back pain with or without sciatica. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(2).

Colombier, P., Clouet, J., Hamel, O., Lescaudron, L., & Guicheux, J. (2014). The lumbar intervertebral disc: from embryonic development to degeneration. *Joint bone spine*, 81(2), 125-129.

Demoulin, C., Vanderthommen, M., Duysens, C., & Crielaard, J.-M. (2006). Spinal muscle evaluation using the Sorensen test: a critical appraisal of the literature. *Joint Bone Spine*, 73(1), 43-50.

Heymans, M. W., van Tulder, M. W., Esmail, R., Bombardier, C., & Koes, B. W. (2004). Back schools for non-specific low-back pain. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(4).

Hoy, D., Brooks, P., Blyth, F., & Buchbinder, R. (2010). The epidemiology of low back pain. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 24(6), 769-781.

Javadian, Y., Akbari, M., Talebi, G., Taghipour-Darzi, M., & Janmohammadi, N. (2015). Influence of core stability exercise on lumbar vertebral instability in patients presented with chronic low back pain: A randomized clinical trial. *Caspian journal of internal medicine*, 6(2), 98.

Kadow, T., Sowa, G., Vo, N., & Kang, J. D. (2015). Molecular basis of intervertebral disc degeneration and herniations: what are the important translational questions? *Clinical Orthopaedics and Related Research®*, 473, 1903-1912.

Kalb, S., Martirosyan, N. L., Kalani, M. Y. S., Broc, G. G., & Theodore, N. (2012). Genetics of the degenerated intervertebral disc. *World neurosurgery*, 77(3-4), 491-501.

Karataş, Y., & Keskin, F. (2015). Lomber dejeneratif disk hastalıklarında konservatif tedavi yöntemleri. *Türkiye Klinikleri Neurosurgery-Special Topics*, 5(3), 38-43.

Kavcic, N., Grenier, S., & McGill, S. M. (2004). Determining the stabilizing role of individual torso muscles during rehabilitation exercises. *Spine*, 29(11), 1254-1265.

Kocaman, H., Alkan, H., Ceylan, İ., Canlı, M., & Kuzu, Ş. (2023). Kronik Spesifik Olmayan Bel Ağrılı Bireylerde Ağrı Düzeyi ile İlişkili Faktörlerin Araştırılması.

Krismer, M., & Van Tulder, M. (2007). Low back pain (non-specific). *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 21(1), 77-91.

Majlesi, J., Togay, H., Ünalın, H., & Toprak, S. (2008). The sensitivity and specificity of the Slump and the Straight Leg Raising tests in patients with lumbar disc herniation. *JCR: Journal of Clinical Rheumatology*, 14(2), 87-91.

Martirosyan, N. L., Patel, A. A., Carotenuto, A., Kalani, M. Y. S., Belykh, E., Walker, C. T., . . . Theodore, N. (2016). Genetic alterations in intervertebral disc disease. *Frontiers in surgery*, 3, 59.

Mayer, J. E., Iatridis, J. C., Chan, D., Qureshi, S. A., Gottesman, O., & Hecht, A. C. (2013). Genetic polymorphisms associated with intervertebral disc degeneration. *The Spine Journal*, 13(3), 299-317.

Özüdoğru, A., Canlı, M., Ceylan, İ., Kuzu, Ş., Alkan, H., & Karaçay, B. Ç. (2023). Five Times Sit-to-Stand Test in people with non-specific chronic low back pain—a cross-sectional test-retest reliability study. *Irish Journal of Medical Science (1971-)*, 192(4), 1903-1908.

Paul, C. P., De Graaf, M., Bisschop, A., Holewijn, R. M., Van De Ven, P. M., Van Royen, B. J., . . . Helder, M. N. (2017). Static axial overloading primes lumbar caprine intervertebral discs for posterior herniation. *PloS one*, 12(4), e0174278.

Richardson, C., Hodges, P., & Hides, J. (2004). *Therapeutic exercise for lumbopelvic stabilization* (Vol. 2004): Elsevier.

Rothman, R. H., Simeone, F. A., & Herkowitz, H. N. (2018). *Rothman-Simeone and Herkowitz's, the spine*: Elsevier.

Rubinstein, S. M., De Zoete, A., Van Middelkoop, M., Assendelft, W. J., De Boer, M. R., & Van Tulder, M. W. (2019). Benefits and harms of spinal manipulative therapy for the treatment of chronic low back pain: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *bmj*, 364.

Sakurai, Y., Yamaguchi, M., & Abiko, Y. (2000). Inhibitory effect of low-level laser irradiation on LPS-stimulated prostaglandin E2 production and cyclooxygenase-2 in human gingival fibroblasts. *European Journal of Oral Sciences*, 108(1), 29-34.

Shiri, R., Karppinen, J., Leino-Arjas, P., Solovieva, S., & Viikari-Juntura, E. (2010). The association between obesity and low back pain: a meta-analysis. *American journal of epidemiology*, 171(2), 135-154.

Sinaki, M., & Mokri, B. (1996). Low back pain and disorders of the lumbar spine. *Physical Medicine and Rehabilitation. Philadelphia: WB Saunders Company*, 813-850.

Stochkendahl, M. J., Kjaer, P., Hartvigsen, J., Kongsted, A., Aaboe, J., Andersen, M., . . . Jensen, M. B. (2018). National Clinical

Guidelines for non-surgical treatment of patients with recent onset low back pain or lumbar radiculopathy. *European Spine Journal*, 27, 60-75.

Williams, A., Murtagh, F., Rothman, S., & Sze, G. (2014). Lumbar disc nomenclature: version 2.0. In (Vol. 35, pp. 2029-2029): Am Soc Neuroradiology.

Yip, Y., Tse, H.-M. S., & Wu, K. K. (2007). An experimental study comparing the effects of combined transcutaneous acupoint electrical stimulation and electromagnetic millimeter waves for spinal pain in Hong Kong. *Complementary therapies in clinical practice*, 13(1), 4-14.

Zhang, A. S., Xu, A., Ansari, K., Hardacker, K., Anderson, G., Alsoof, D., & Daniels, A. H. (2023). Lumbar Disc Herniation: Diagnosis and Management. *Am J Med*, 136(7), 645-651. doi:10.1016/j.amjmed.2023.03.024

BÖLÜM VIII

Galaktik Sağlık: Uzayda Fizyoterapinin Rolü ve Geleceği

Veysel Uludağ¹

Giriş

Uzay araştırmaları, insanlık için yeni ufuklar açarken aynı zamanda insan fizyolojisi üzerindeki etkileri de derinlemesine incelememize olanak tanımıştır. Mikrogravite ortamı, vücudun kas-iskelet sistemi, kardiyovasküler sistem ve sinir sistemi üzerinde önemli değişikliklere yol açar. Uzun süreli uzay yolculuklarında bu etkiler daha belirgin hale gelir ve astronotların sağlıklarını koruyabilmeleri için özel önlemler gerektirir (Grigoriev et al., 1991; Rutter & Cope, 2024).

Türkiye, uzay araştırmalarında önemli adımlar atmıştır. Türkiye Uzay Ajansı'nın (TUA) kurulması, bu alanda kurumsal ve bilimsel çalışmaları hızlandırmıştır. Ayrıca, Alper Gezeravcı'nın

¹ Öğr.Gör. Veysel Uludağ, Düzce Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon, Düzce/Türkiye, Orcid: 0000-0002-9911-5961, vuludag1365@outlook.com

Türkiye'nin ilk astronotu olarak uzay görevlerine katılması, bu alandaki farkındalığı artırmış ve uzay araştırmalarına olan ilgiyi pekiştirmiştir. Bu gelişmeler, uzay ve sağlık alanındaki çalışmaların önemini bir kez daha gözler önüne sermektedir.

Dünya genelinde uzay araştırmaları, astronotların sağlıklarını korumak için çeşitli stratejiler geliştirmiştir. NASA, ESA, Roscosmos ve diğer uzay ajansları, uzun süreli uzay görevlerinde astronotların sağlıklarını korumak için yoğun çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmalar, astronotların mikrogravite ortamında karşılaştıkları sağlık sorunlarını önlemeye ve tedavi etmeye yönelik olarak tasarlanmıştır.

Fizyoterapi, uzayda astronotların fiziksel sağlığını korumak ve performanslarını artırmak için kritik bir rol oynamaktadır. Uzay ortamında yerçekimi olmadığı için kaslar ve kemikler yeterince çalışmaz, bu da kas atrofisine ve kemik yoğunluğu kaybına yol açar. Kardiyovasküler sistem, sıvı dengesi değişiklikleri ve kalp debisindeki azalmalar nedeniyle etkilenir. Bu nedenle, fizyoterapi uygulamaları astronotların sağlığını korumak için hayati öneme sahiptir (Chancellor et al., 2018; Pavez Lori  et al., 2021).

Uzayda İnsan Fizyolojisi

Mikrogravitenin İnsan Vücudu Üzerindeki Etkileri

Uzay ortamında, yerçekiminin olmaması kas ve kemik yapısında değişikliklere neden olur. Mikrogravite, kasların daha az çalışmasına ve kemiklerin daha az yük taşımaya yol açar. Bu durum, kas atrofisi ve kemik yoğunluğu kaybına neden olur. Kardiyovasküler sistem de sıvı değişimleri ve kalp debisinde azalma gibi adaptasyon süreçlerinden geçer. Sinir sistemi ise denge ve

koordinasyon problemleri yaşayabilir (Bergouignan et al., 2016; Heer, De Santo, Cirillo, & Drummer, 2001; Lang et al., 2017).

Uzun Süreli Uzay Yolculuklarında Karşılaşılan Sorunlar

Uzun süreli uzay görevlerinde astronotlar çeşitli sağlık sorunları ile karşılaşır. Kas kuvvetinde azalma, kemik mineral yoğunluğunda düşüş, kardiyovasküler değişiklikler ve nörolojik adaptasyon sorunları başlıca problemlerdir. Bu etkiler, astronotların görev performansını ve dünyaya dönüş sonrasındaki rehabilitasyon sürecini etkileyebilir (Hartwig, 2001; Jost, 2008; Norsk et al., 2000; Ong et al., 2023).

Uzay Öncesi ve Sonrası Egzersiz Yöntemleri

Egzersiz Reçetelerinin Önemi

Egzersiz reçeteleri, bireye özgü olarak oluşturulan ve egzersizin tipi, frekansı, sıklığı ve şiddetini içeren özel programlardır. Astronotlar için bu reçeteler, fiziksel sağlıklarını korumak ve uzay yolculuğunun zorluklarına hazırlanmalarını sağlamak amacıyla büyük bir titizlikle hazırlanır. Bu reçeteler, astronotların mevcut fiziksel durumlarına, sağlık geçmişlerine ve görev süresine göre özel olarak tasarlanır (Blue et al., 2019; Du et al., 2011; Thompson et al., 2020).

Şekil 1 Astronotun koşu bandında egzersiz görüntüsü(NASA)



Uzay Öncesi Egzersiz Yöntemleri

Astronotlar, uzaya gitmeden önce yoğun bir egzersiz programına tabi tutulurlar (Badalı, Wollseiffen, & Schneider, 2024; Lee Satcher & Fiedler, 2024). Bu programlar, astronotların uzayda karşılaşacakları fiziksel zorluklara hazırlanmasını sağlar. Uzay öncesi egzersiz yöntemleri şunları içerir:

- **Dayanıklılık Antrenmanları:** Uzun süreli dayanıklılık antrenmanları, astronotların kardiyovasküler dayanıklılıklarını artırır. Koşu, yüzme ve bisiklet gibi aktiviteler, kardiyovasküler sağlığı destekler.
- **Güç Antrenmanları:** Ağırlık kaldırma ve direnç egzersizleri, kas gücünü artırır ve kas kütlesini korur. Bu egzersizler, kas-iskelet sisteminin uzay

yolculuğunda maruz kalacağı yükleri tolere etmesini sağlar.

- **Esneklik ve Denge Egzersizleri:** Esneklik ve denge egzersizleri, vücudun hareket kabiliyetini artırır ve denge yeteneklerini geliştirir. Yoga ve pilates gibi aktiviteler, esneklik ve dengeyi destekler (Comfort & McMahon, 2021; Leblanc et al., 2013).

Uzayda Egzersiz Yöntemleri

Uzayda egzersiz yapmak, astronotların sağlığını korumak için hayati öneme sahiptir. Uzayda kullanılan egzersiz yöntemleri şunlardır:

- **Direnç Egzersizleri:** Astronotlar, kas kütlesini korumak ve kas atrofisini önlemek için direnç egzersizleri yaparlar. Bu egzersizler, elastik bantlar ve özel egzersiz cihazları kullanılarak gerçekleştirilir.
- **İzometrik Egzersizler:** İzometrik egzersizler, kasların sabit bir pozisyonda kasılması ile yapılan egzersizlerdir. Bu egzersizler, kas gücünü korumak ve kas atrofisini önlemek için etkilidir.
- **Aerobik Egzersizler:** Koşu bantları ve bisiklet ergometreleri kullanılarak yapılan aerobik egzersizler, kalp ve damar sağlığını korumaya yardımcı olur. Bu egzersizler, kalp debisinin korunmasını ve kan dolaşımının düzenlenmesini sağlar.

- **Denge ve Koordinasyon Egzersizleri:** Denge tahtası ve koordinasyon çalışmaları, astronotların denge yeteneklerini geliştirmelerine ve sinir sistemi adaptasyonunu desteklemelerine yardımcı olur.(Lee, Chung, Ren, Mair, & Kim, 2022; Marusic, Narici, Simunic, Pisot, & Ritzmann, 2021)

Şekil 2 Astronotların deadlift ve curl aletlerini kullanarak yaptıkları egzersizleri gösteren görüntüler(NASA)



Uzay Sonrası Egzersiz Yöntemleri

Astronotlar, uzaydan döndükten sonra fiziksel sağlıklarını yeniden kazanmak ve uzay yolculuğunun etkilerini hafifletmek için özel rehabilitasyon programlarına tabi tutulurlar. Uzay sonrası egzersiz yöntemleri şunları içerir:

- **Güç ve Dayanıklılık Antrenmanları:** Kas gücünü ve kardiyovasküler dayanıklılığı yeniden kazanmak için güç ve dayanıklılık antrenmanları yapılır.

- **Esneklik ve Denge Egzersizleri:** Esneklik ve denge egzersizleri, vücudun hareket kabiliyetini artırır ve denge yeteneklerini geliştirir.
- **Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Programları:** Özel fizyoterapi ve rehabilitasyon programları, kas-iskelet sistemi ve sinir sistemi fonksiyonlarını yeniden kazandırmaya yardımcı olur (Lee et al., 2022; Magnusson & Kjaer, 2019; Trappe et al., 2009).

Şekil 3 Astronotların uzay sonrası rehabilitasyon egzersizleri(NASA)



Uzay Görevlerinde Kullanılan Fizyoterapi Ekipmanları

Uzay istasyonlarında kullanılan egzersiz cihazları, mikrogravite koşullarında etkili egzersiz yapılabilmesi için tasarlanmıştır:

- **Koşu Bandı:** Astronotların kardiyovasküler sağlığını korumak için kullanılan temel egzersiz cihazlarından biridir. Özel kayışlar ve sabitleme sistemleri ile astronotlar koşu bandında güvenli bir şekilde egzersiz yapabilir.
- **Bisiklet Ergometresi:** Kalp ve damar sağlığını desteklemek için kullanılan bisiklet ergometresi, astronotların pedal çevirerek kardiyovasküler egzersiz yapmalarını sağlar.
- **Direnç Egzersiz Ekipmanları:** Kas gücünü korumak ve geliştirmek için kullanılan direnç egzersiz ekipmanları, elastik bantlar ve özel ağırlık sistemleri ile donatılmıştır.

Yenilikçi Teknolojiler ve Taşınabilir Cihazlar

Yeni fizyoterapi teknolojileri ve taşınabilir cihazlar, uzay görevlerinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir:

- **Elastik Bantlar:** Hafif ve taşınabilir elastik bantlar, astronotların direnç egzersizleri yapmalarını sağlar.
- **Taşınabilir Ultrason Cihazları:** Kas ve eklem sorunlarını teşhis etmek ve tedavi etmek için kullanılan taşınabilir ultrason cihazları, uzayda fizyoterapi uygulamalarını destekler.

- **Kompakt Rehabilitasyon Cihazları:** Küçük boyutlu ve yüksek işlevselliğe sahip rehabilitasyon cihazları, astronotların egzersiz yapmalarını ve sağlıklarını korumalarını sağlar (Comfort & McMahon, 2021).

Uzay Araştırmalarının Fizyoterapiye Katkıları

Yeryüzündeki Fizyoterapi Uygulamalarına Yansımalar

Uzay araştırmaları, yeryüzündeki fizyoterapi uygulamalarına önemli katkılar sağlamıştır. Mikrogravite ortamında geliştirilen teknikler, kas-iskelet sistemi bozuklukları ve nörolojik problemler gibi çeşitli sağlık sorunlarına yönelik yeni tedavi yöntemleri sunar. Bu yöntemler, yerçekimi olmayan ortamda bile etkili olacak şekilde tasarlanmıştır (Schoenrock et al., 2024).

Yeni Tedavi Yöntemleri ve Rehabilitasyon Teknikleri

Uzay araştırmaları, yeni tedavi yöntemleri ve rehabilitasyon tekniklerinin geliştirilmesine katkıda bulunmuştur. Özellikle, kas atrofisi ve kemik yoğunluğu kaybı gibi sorunların yönetiminde kullanılan yenilikçi teknikler, yeryüzündeki hastalar için de uygulanabilir hale gelmiştir. Uzayda geliştirilen bu teknikler, yeryüzünde fizyoterapi uygulamalarında da kullanılmaktadır (Bärligea & Hase, 2024; Swaffield, Neviaser, & Lehnhardt, 2018).

Gelecekteki Uzay Görevlerinde Fizyoterapinin Önemi

Mars Görevleri ve Ötesi

Gelecekteki Mars görevleri ve diğer uzun süreli uzay yolculukları, fizyoterapinin önemini daha da artıracaktır. Mars gibi uzak gezegenlere yapılacak görevlerde, astronotların sağlığını

korumak için gelişmiş fizyoterapi yöntemleri ve ekipmanları kullanılacaktır. Mars görevleri, uzun süreli yerçekimsiz ortamda fizyoterapinin önemini vurgulamaktadır.

Multidisipliner Yaklaşımlar ve Uluslararası İşbirlikleri

Gelecekteki uzay görevlerinde fizyoterapi ve tıp alanındaki multidisipliner yaklaşımlar ve uluslararası işbirlikleri büyük önem taşıyacaktır. Uzay ajansları ve araştırma kuruluşları, astronotların sağlığını korumak için birlikte çalışarak yeni çözümler geliştirecektir. Bu işbirlikleri, uzayda daha etkili sağlık hizmetleri sunulmasını sağlar.

Sonuç

Özet ve Gelecek Perspektifleri

Bu bölümde ele alınan konular, uzayda fizyoterapinin rolü ve önemi hakkında kapsamlı bir bakış sunmaktadır. Uzay araştırmalarının fizyoterapiye katkıları ve gelecekteki uzay görevlerinde fizyoterapinin önemi, bilim ve tıp alanında yeni ufuklar açmaktadır. Gelecekte, multidisipliner yaklaşımlar ve yenilikçi teknolojiler sayesinde, uzayda ve yeryüzünde insan sağlığı için daha etkili tedavi ve rehabilitasyon yöntemleri geliştirilecektir.

Kaynakça

Badali, C., Wollseiffen, P., & Schneider, S. (2024). Shades of gravity - effects of planetary gravity levels on electrocortical activity and neurocognitive performance. *Brain Struct Funct*, 229(5), 1265-1277. doi: 10.1007/s00429-024-02803-6

Bärligea, A., & Hase, K. (2024). Simulation of Human Movement in Zero Gravity. 24(6). doi: 10.3390/s24061770

Bergouignan, A., Stein, T. P., Habold, C., Coxam, V., D, O. G., & Blanc, S. (2016). Towards human exploration of space: The THESEUS review series on nutrition and metabolism research priorities. *NPJ Microgravity*, 2, 16029. doi: 10.1038/npjmgrav.2016.29

Blue, R. S., Bayuse, T. M., Daniels, V. R., Wotring, V. E., Suresh, R., Mulcahy, R. A., & Antonsen, E. L. (2019). Supplying a pharmacy for NASA exploration spaceflight: challenges and current understanding. *NPJ Microgravity*, 5, 14. doi: 10.1038/s41526-019-0075-2

Chancellor, J. C., Blue, R. S., Cengel, K. A., Auñón-Chancellor, S. M., Rubins, K. H., Katzgraber, H. G., & Kennedy, A. R. (2018). Limitations in predicting the space radiation health risk for exploration astronauts. *NPJ Microgravity*, 4, 8. doi: 10.1038/s41526-018-0043-2

Comfort, P., & McMahon, J. J. (2021). Effects of Spaceflight on Musculoskeletal Health: A Systematic Review and Meta-analysis, Considerations for Interplanetary Travel. 51(10), 2097-2114. doi: 10.1007/s40279-021-01496-9

Du, B., Daniels, V. R., Vaksman, Z., Boyd, J. L., Crady, C., & Putcha, L. (2011). Evaluation of physical and chemical changes in pharmaceuticals flown on space missions. *Aaps j*, 13(2), 299-308. doi: 10.1208/s12248-011-9270-0

Grigoriev, A. I., Bugrov, S. A., Bogomolov, V. V., Egorov, A. D., Kozlovskaya, I. B., Pestov, I. D., . . . Tarasov, I. K. (1991). Preliminary medical results of the Mir year-long mission. *Acta Astronaut*, 23, 1-8. doi: 10.1016/0094-5765(91)90092-j

Hartwig, A. (2001). Role of magnesium in genomic stability. *Mutat Res*, 475(1-2), 113-121. doi: 10.1016/s0027-5107(01)00074-4

Heer, M., De Santo, N. G., Cirillo, M., & Drummer, C. (2001). Body mass changes, energy, and protein metabolism in space. *Am J Kidney Dis*, 38(3), 691-695. doi: 10.1053/ajkd.2001.27767

Jost, P. D. (2008). Simulating human space physiology with bed rest. *Hippokratia*, 12 Suppl 1(Suppl 1), 37-40.

Lang, T., Van Loon, J., Bloomfield, S., Vico, L., Chopard, A., Rittweger, J., . . . Vuori, I. (2017). Towards human exploration of space: the THESEUS review series on muscle and bone research priorities. 3, 8. doi: 10.1038/s41526-017-0013-0

Leblanc, A., Matsumoto, T., Jones, J., Shapiro, J., Lang, T., Shackelford, L., . . . Ploutz-Snyder, R. (2013). Bisphosphonates as a supplement to exercise to protect bone during long-duration spaceflight. *Osteoporosis iQnternational*, 24, 2105-2114.

Lee, P. H., Chung, M., Ren, Z., Mair, D. B., & Kim, D.-H. (2022). Factors mediating spaceflight-induced skeletal muscle atrophy. *American Journal of Physiology-Cell Physiology*, 322(3), C567-C580.

Lee Satcher, R., & Fiedler, B. (2024). Effect of Spaceflight and Microgravity on the Musculoskeletal System: A Review. 32(12), 535-541. doi: 10.5435/jaaos-d-23-00954

Magnusson, S. P., & Kjaer, M. (2019). The impact of loading, unloading, ageing and injury on the human tendon. 597(5), 1283-1298. doi: 10.1113/jp275450

Marusic, U., Narici, M., Simunic, B., Pisot, R., & Ritzmann, R. (2021). Nonuniform loss of muscle strength and atrophy during bed rest: a systematic review. *J Appl Physiol* (1985), 131(1), 194-206. doi: 10.1152/japphysiol.00363.2020

Norsk, P., Christensen, N. J., Bie, P., Gabrielsen, A., Heer, M., & Drummer, C. (2000). Unexpected renal responses in space. *Lancet*, 356(9241), 1577-1578. doi: 10.1016/s0140-6736(00)03135-4

Ong, J., Tarver, W., Brunstetter, T., Mader, T. H., Gibson, C. R., Mason, S. S., & Lee, A. (2023). Spaceflight associated neuro-ocular syndrome: proposed pathogenesis, terrestrial analogues, and emerging countermeasures. 107(7), 895-900. doi: 10.1136/bjo-2022-322892

Pavez Lori , E., Baatout, S., Chouk r, A., Buchheim, J. I., Baselet, B., Dello Russo, C., . . . Yip, V. L. M. (2021). The Future of Personalized Medicine in Space: From Observations to

Countermeasures. *Front Bioeng Biotechnol*, 9, 739747. doi: 10.3389/fbioe.2021.739747

Rutter, L. A., & Cope, H. (2024). Astronaut omics and the impact of space on the human body at scale. *15*(1), 4952. doi: 10.1038/s41467-024-47237-0

Schoenrock, B., Muckelt, P. E., Hastermann, M., Albracht, K., MacGregor, R., Martin, D., . . . Blottner, D. (2024). Muscle stiffness indicating mission crew health in space. *14*(1), 4196. doi: 10.1038/s41598-024-54759-6

Swaffield, T. P., Neviaser, A. S., & Lehnhardt, K. (2018). Fracture risk in spaceflight and potential treatment options. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 89(12), 1060-1067.

Thompson, W. R., Sallis, R., Joy, E., Jaworski, C. A., Stuhr, R. M., & Trilk, J. L. (2020). Exercise Is Medicine. *Am J Lifestyle Med*, 14(5), 511-523. doi: 10.1177/1559827620912192

Trappe, S., Costill, D., Gallagher, P., Creer, A., Peters, J. R., Evans, H., . . . Fitts, R. H. (2009). Exercise in space: human skeletal muscle after 6 months aboard the International Space Station. *J Appl Physiol* (1985), 106(4), 1159-1168. doi: 10.1152/jappphysiol.91578.2008

BÖLÜM IX

Yaşlanmayı Açıklayan Biyolojik Mekanizmaların En Önemlisi; Serbest Radikal Teorisi

Birnur AKKAYA¹

Recep AKKAYA²

GİRİŞ

Yaşlanmanın temel prensip ve özelliklerini açıklayan biyolojik mekanizmaların teori seviyesinde açıklayan en önemli teorilerden biri serbest radikaller teorisi'dir. Yaşlanma olgusunu etkileyen iç faktörlerin başında hücresel ve moleküler seviyedeki

¹ Prof. Dr. Recep AKKAYA, Cumhuriyet Üniversitesi, Faculty of Medicine,, Basic sciences division,, Department of Biophysics, 58140 Sivas /Türkiye, Orcid: 0000-0002-3477-7198, recepakkaya5835@gmail.com.

² Prof. Dr. Birnur AKKAYA, Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Science, Cumhuriyet University, Zip code: 58140, SİVAS / TÜRKİYE Orcid: 0000-0003-1879-8965; pergamonchem@gmail.com

tepkimler etkilidir. Bu tepkimeleri açıklamak serbest radikaller teorisine göre yapılmaktadır. Bu teorinin amacı mekanizmaların anlaşılması ve aynı zamanda, yaşlanmanın yavaşlatılması ve hatta durdurulması konusunda tedavi fırsatları sunmaktadır.

Geriatri ve sağlıklı Beslenme:

Yaşlanmayı açıklamak için bilinen ve uygulanan en eski yöntem serbest radikaller teorisidir. Eşlenmemiş elektron içeren moleküllere serbest radikaller denir. Eşlenmemiş elektron içeren moleküller istikrarlı olmayıp son derece reaktiftirler (1-3). Reaktif moleküller ise son derece kararsız olup kararlı hale geçebilmek için diğer moleküllerin elektronlarını alıp kararlı hale geçerler. Elektronunu aldıkları moleküller kararsız hale gelirler ve bunlar serbest radikallere dönüşmüş olurlar (2, 5). Hücre içindeki mitokondri DNA mutasyonlarına neden olan hücre içi reaktif oksijenin temel kaynağı olan serbest radikal teorisidir (2,4,5). Eşlenmemiş elektron serbest radikaller, vücutta metabolizma sırasında meydana gelen son derece etkin kimyasal ürünlerdir(2-5). Reaktif oksijen ürünleri ile reaktif nitrojen ürünleri oksidan moleküller olarak bilinirler. Bu moleküller mitokondride üretilirler. Eşlenmemiş elektron içeren serbest radikaller stabil değildir, ve reaktiftir (5,6).

Hücrelerde oluşan serbest radikaller, endojen ve ekzojen kaynaklı olarak oluşurlar. Endojen kaynağı olarak canlıda oluşan oksidasyon ve redüksiyon tepkimeleri ile oluşurlar. Diğer etmen olan ekzojen kaynaklı olanlar ise stres, virüsler, enfeksiyon, pestisidler, parakuat, karbon tetraklorür, parasetamol gibi ilaç ve kimyasallar iyonize, ultraviyole radyasyon, sigara dumanı, gaz solventli çevresel faktörler, hiperbarik oksijen, antidepresanlar, ağır

metal iyonları, asbest lifleri, mineral tozlar, O₃, CO bahsedilebilir (7, 8).

Biyolojik yaşlanmada serbest radikal teorisi, Denham Harman tarafından temeli atılmıştır. Daha sonraki yıllarda hasara sebep olan molekülün reaktif oksijen molekülü olduğu anlaşılmış ve bu teoriye, yaşlanmanın "oksidatif stres teorisi" olarak adlandırılmıştır. Oksidatif stres, oksijenli solunumun sonucudur (8,9). Yapılan çalışmalarda canlı organizmanın yaş artışıyla birlikte, protein ve DNA'daki oksidatif hasarlarda artış olduğu saptanmıştır (9-11).

Bu çalışmalar sonucu, yaşa bağlı olarak DNA hasarların artışı da elektron taşıma zincirini sekteye uğramış ve bunun sonucu olarak yaş arttıkça beyin, kalp ve iskelet kaslarında ATP üretiminin düştüğü ve buna bağlı olarak alzheimer, tip 2 ve diyabet başta olmak üzere birçok hastalığın ortaya çıkmasına neden olmuştur (11, 12). Oksidatif stres teorisine göre hayat boyunca maruz kalma ile oluşan hücre hasarı ile birlikte vücuttaki oksidanlar ve antioksidanlar arasındaki dengenin bozulması ile gelişen fonksiyon bozukluğu kanser vb. hastalıkların oluşmasına neden olarak yaşlanmanın zorluğuna neden olmaktadır (9-13).

Netice olarak; serbest radikallerin sebep olduğu hücre hasarları, hücrede oluşan serbest radikallerin üretimini minimize ederek, yaşam yaşlanmayı daha rahat hale getirebiliriz. Böylece yaşlanmayı ve yaşlanmaya bağlı hastalıkların gelişimini öteleyebiliriz (11, 12) Yapılan çalışmalar göstermiştir ki; serbest radikalleri, kullanılan antioksidanlar ve kalori sınırlaması yapılarak yok ettiği gözlemlenmiştir (13). Ayrıca alkol ve sigaradan

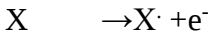
uzaklaşmak ve stresten uzak durmak yaşlılık ve yaşlanma sürecinde oksidatif strese karşı alınan en önemli tedbir olarak değerlendirilmiştir (14, 15).

Vücutta doğal yollarla oluşan serbest radikalleri, vücuttaki serbest radikal parçalayan antioksidanlar sayesinde parçalanır ve sitotoksite oluşmaz (16). Ancak bu antioksidan sistemler ortadan kaldırıldığında sitotoksiste ortaya çıkar (17). Bu sistemde serbest radikallerin parçalanması işlemi bozulursa patolojik sorunlar ortaya çıkar. Canlı sisteminde serbest radikal oluşturan doğal olayların belli başlıları; mitokondriyal elektron transportu, heksoz monofosfat yolu, ksenobiotiklerin metabolizması ve biosentetik ve biokimyasal yıkım olaylarıdır (18-20).

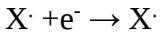
Canlı organizmada serbest radikal oluşma biçimleri;

a- Kovalent bağı oluşturan elektronlardan birinin bağı atomlarından birinde, diğerinin ötekisinde kalmasıyla sonuçlanan homolitik bağ kırılmasıyla, $R \rightarrow X \cdot + X \cdot$

b- Bir molekülden bir elektronun ayrılması ile;



c- Bir moleküle bir atomun katılması ile;



Serbest radikaller, canlı organizma metabolizmasının ortaya koyduğu son derece etkin kimyasal ürünlerdir (21, 26). Serbest radikaller aynı şekilde, hücre büyüme gelişimi üzerinde etkilidirler (27, 28). Hücre yaşamı üzerine olan bu direkt etkilerinden dolayı damar sertliği, kanser ve romatizmal hastalıklar ve yaşlılık hastalıkları gibi bazı hastalıkların oluşmasında önemli rol oynarlar

(29, 30). Yaşlanma, hastalık ve ölüm riskinde sorumlu etken faktörlerden biridir (31). Bu olguyu açıklamaya çalışan teoriler içinde yaşlanmanın serbest radikal teorisi kabul görmüştür (31).

SONUÇ

Oksidatif stres; kalp hastalıkları, diyabet, yaşlanma ve kanser olmak üzere pek çok patolojik tablonun ve de yaşlanmanın patogenezi ile yakın ilişkidir. Kaliteli ve uzun yaşam, organizmanın bakım ve onarım mekanizmalarının doğru ve etkin çalışmalarını gerektirmektedir. Fiziksel aktivite modern yaşlılık ve yaşlanma sürecinde pek çok hastalıkta koruyucu amaçlı olarak yapılabilmektedir. Araştırmalarda akut fiziksel egzersiz oksidatif stresi artırdığı görülse de, düzenli egzersiz programları antioksidan savunmayı kuvvetlendirdiği görülmüştür. Bunun yanında yaşlılıkta düzenli ve antioksidanlarca zengin gıdaların tüketilmesi, alkol tüketimi, sigara ve stresten uzak yaşam yaşlanma sürecinde oksidatif strese karşı alınabilecek önemli tedbirlerdir.

Kaynaklar

1. Rusk HMD: Rehabilitation Medicine. Saint Louis, The CV Moscopy Company. 1971; p 92-188.
2. Cluff LR. Problems of the Health-Impairment Elderly: A Foundations Expenence in Geriatrics. Journal of American Geriatrics Society 1983; 31(11):665-672
3. Erdoğan. N. Huzurevi Yaşlıları. Sosyoloji Dergisi. Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları 1993;4:157- 202.
4. Toprak Y, Soysal T, Bal E, ve ark. Yaşlı Sağlığı 2002: 3-8, Pelin Ofset, Ankara
5. Jones CJ, Rose DJ. Physical Activity Instruction of Older Adults, Human Kinetics. First Editions. 2005: 3-4, Nirs Education Publication Center, Champaign.
6. LeMura LM, Duvillard S P. Clinical Exercise Physiology. Application and Physiological Principles. First Editions. 2004: 2-3, Lippincott Williams&Wilkins, Baltimore.
7. United Nations. Programme on Aging. The Ageing of the World's Population. . Erişim Tarihi: 22.03.2010
8. Skinner J S. Exercise Testing and Exercise Prescription for Special Cases. Third Edition. 2005: 5, Lippincott Williams&Wilkýns, Baltimore.
9. Erdinçer DS. Yaşlıda Koruyucu Hekimlik. Klinik Gelişim 2004; 17(2): 16-24
10. Türkiye yaşlılarının Durumu ve Yaşlanma Ulusal Eylem Programı, e-kitap, 2007, . Erişim Tarihi:30.03.2010.

11. Hipkiss QR. Biological aspects of ageing. *Psychiatry* 2007; 6(12): 476-479.
12. Sen CK. Antioxidant And Redox Regulation Of Cellular Signaling: Introduction. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:36870.
13. Harman, D., Aging: A Theory Based on Free Radical and Radiation Chemistry. *J Gerontol.* 1956 Jul;11(3):298-300.
14. Igor B. Afanasiev, Superoxide Ion: Chemistry and Biological Implications, CRC Press, April 23, 1991.
15. Sohal RS, Weindruch R., 1996. Oxidative Stress, caloric restriction and aging. *Science*, 273: 59-63.
16. Z. A. Şekeroğlu ve V. Şekeroğlu, Oksidatif Mitokondrial Hasar ve Yaşlanmadaki önemi, *Derleme Dergisi*, 2(2): 69-74, 2009.
17. Yılmaz İ., Antioksidan İçeren Bazı Gıdalar ve Oksidatif Stres, *İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi*, 17 (2), 143-153, 2010.
18. Antioksidanlar hakkında detaylı bilgi: <http://www.antioksidan.info>
19. Alves-Nogueira, A. C., Silva, N., McConachie, H. & Carona, C. (2020). A Systematic Review: On Quality Of Life Assessment In Adults With Cerebral Palsy: Challenging Issues And A Call For Research. *Research In Developmental Disabilities*. 96, 103514. Doi: 10.1016/j.ridd.2019.103514.
20. Andren, E. & Grimby, G. (2004). Activity Limitations in Personal, Domestic And Vocational Tasks: A Study Of Adults With Inborn And Early Acquired Mobility Disorders.

- Disability and Rehabilitation, 26, 262-271. Doi: 10.1080/09638280310001644906.
21. Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P., Leviton, A., Paneth, N., Dan, B., Jacobsson, B., & Damiano, D. (2005). Definition And Classification Of Cerebral Palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47(08), 571-576.
 22. Jahnsen, R., Villien, L., Egeland, T., Stanghelle, J. K., Holm, I. (2004). Locomotion Skills in Adults. *Clinical Rehabilitation*, 18, 309-16. Doi: 10.1191/0269215504cr735oa.
 23. Jarl, J., Alriksson-Schmidt, A. & Rodby-Bousquet, E. (20019). Health-related quality of life in adults with cerebral palsy living in Sweden and relation to demographic and disability-specific factors. *Disability and Health Journal*, 12, 460-466. Doi:10.1016/j.dhjo.2019.02.002.
 24. Kavak, M. & Çevik, D. (2021). Serebral Palsili Yetişkinlerin Sosyodemografik Durumlarının, Yaşam Kalitelerinin ve Umutsuzluk Düzeylerinin Değerlendirilmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Kütahya Sağlık Bilimleri Üniversitesi.
 25. Kong, K. H. & Yang S. Y. (2006). Health-Related Quality Of Life Among Clinic Stroke Survivors Attending A Rehabilitation Clinic. *Singapore Med J*, 47(3), 213-218.
 26. Kuyken, W., Orley, J. & Power, M. (1995). The World Health Organization Quality Of Life Assessment (Whoqol): Position Paper From The World Health Organization. *Soc Sci Med*. 41, 1403-9.

27. Liptak, G. S. (2008). Health And Well Being Of Adults With Cerebral Palsy. *Current Opinion Neurol B*, 21(2),136-42. Doi: 10.1097/WCO.0b013e3282f6a499
28. Noten, S., Rodby-Bousquet, E., Limsakul, C., Visser, F., Tipchatyotin, S., Grooten, A., Thorpe, E. D. (2022). An international clinical study on impairments and disability in adults with cerebral palsy as a base for developing an ICF Core Set. *Disability and Health Journal*, 15, 101318. Doi:10.1016/j.dhjo.2022.101318.
29. Özben, Ş. (2008). Yaşlılarda Umutsuzluk, *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23, 136-51.
30. Spilker, B. (1996). *Quality Of Life And Pharmacoeconomics In Clinical Trials* (1-10), (2. Bs.), Philadelphia: Lippincott-Raven.
31. Strauss, D. & Shavelle, R., (1998). Life Expectancy Of Adults With Cerebral Palsy. *Developmental Medicine Child Neurol*, 40, 369-375.

BÖLÜM IX

Pes Planus ve Kanıta Dayalı Egzersiz Seçimi

Aslı ÖREN¹

Giriş

Pes planus ya da düz taban, medial longitudinal ark (MLA) düşüklüğü ile ilişkili, sıklıkla arka ayak eversiyonunun ve ön ayak abdüksiyonunun eşlik ettiği bir deformitedir (Michaudet & ark., 2018). Konservatif uygulamalar içerisinde yer alan egzersizin kanıta dayalı sonuçları kişiye özel tedavi programları oluşturma konusunda hem klinisyenlere hem de gelecek araştırmalara yol gösterebilir.

¹ Uzm. Fzt. İnönü Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Malatya, Türkiye fztaslioren@hotmail.com ORCID: 0000-0002-5941-1619

Gelişimsel pes planus ve deformiteyi tanımlamak

Yaşamın erken yıllarında fizyolojik esnek pes planusun normal olduğunu bilmek önemlidir. Bebekler ilk bağımsız adımlarını atmaya başladıklarında stabilite ve motor kontrol becerileri zayıf olduğundan postüral kontrolleri yetersizdir (Montagnani & ark., 2021). Erken ve geç çocukluk döneminde yürüyüşün duruş fazı kısalmakta ve ayağın medial kısmında basınç ve kuvvetin artmaktadır (Dusing & Thorpe, 2007). Kemik ve yumuşak dokuların gelişimiyle kas iskelet sistemi zaman içerisinde olgunlaşır ve 2 yaş civarında oturma pozisyonunda ayak kavsi belirginleşmeye başlamıştır (Squibb, Sheerin & Francis, 2022). Zamanla yürüme becerisinin ve postüral kontrolün gelişmesi ve yürüme hızının artmasıyla ayak basınç dağılımı düzenlemektedir (Dusing & Thorpe, 2007). 3- 6 yaş civarına gelindiğinde ise pes planus varlığında altta yatan sebepler arasında; eklem laksitesi, W oturma, kas- tendon dengesizlikleri ve obezite yer alabilmektedir (Dulai & ark., 2021). Bebeklik ve çocukluk döneminde kas iskelet sisteminin henüz olgunlaşmadığı için yaygınlığın çok yüksek olduğu bilinmekle beraber yaygınlığın; okul çağında azaldığı, yetişkinlik döneminde %5 ila %14 arasına gerilediği ve yaşlı yetişkinlikte ise bu oranın %19 olduğu bildirilmiştir (Dulai & ark., 2021; Scholz & ark., 2017).

Pes planus temelde rijit ve esnek pes planus olarak ikiye ayrılmaktadır. Rijit pes planus, daha az yaygındır ve genellikle semptomatik kabul edilir. Ark yapısı, ağırlık taşıma durumu fark etmeksizin düşük görünümüdür (Squibb & ark., 2022). Esnek pes planus ise toplumda daha yaygın görülen ve nispeten normal olarak ark yapısının, ağırlık taşıma koşulunda yüksekliğinin azaldığı

durumdur (Bek, 2018b; Squibb & ark., 2022). Pes planusun esnek ya da rijit tip ayırımını yapabilmek; konservatif tedavi yaklaşımı ve tedavi başarısından olan beklenti açısından önemlidir. Örneğin; rijit pes planus genellikle konjenitaldir ancak sonradan da görülebilir. Tarsal koalisyon, konjenital vertikal talus, peronal kaslarının spastisitesi ya da arka ayak patolojileri kaynaklı olabilmektedir (Cass & Camasta, 2010). Esnek pes planus ise daha çok edinseldir. Edinilmiş pes planus deformitesinin gastrokemius- soleus kompleksinin gerginliği, tibialis posterior kas disfonksiyonu, arkı destekleyen yumuşak dokuların yaralanması kaynaklı olabiceği belirtilmiştir (Van Boerum & Sangeorzan, 2003). Ayrıca femoral anteverسیون ve tibianın iç rotasyonu gibi alt ekstremitenin biyomekanik dizilim problemleri de ayak- ayak bileğini etkileyerek pronasyonu tetikleyebilmektedir (Bek, 2018b).

Pes planus deformitesinin normal seyrini bilmek ve deformiteyi tanımlayabilmek önemlidir. Tanı ve takip açısından çeşitli klinik, laboratuvar ya da radyolojik yöntemlerle değerlendirmeler yapılmaktadır (Bek, 2018b).

Konservatif ve cerrahi tedavi

Pes planusta ağrı ya da fonksiyonel kayıp olmadan da progresyon olabilmektedir (Hoang, Chen & Chou, 2021). Fonksiyonel bozukluk olarak plantar fasya ağrısı, aşıl tendiniti, hızlı yorulma şikayeti sayılabilir (Herchenröder, Wilfling & Steinhäuser, 2021). Travma sonrası ark düşüklüğünün birincil patolojisi olarak deltoid ligament yetersizliği görülmüştür. Spring ligament ve plantar fasya yaralanmaları da ark seviyesinin azalmasına neden olabilmektedir (Rungprai & Maneeprasopchoke, 2021). Pes planuslu bireylerde ayrıca halluks valgus, plantar fasiit,

patellofemoral ağrı sendromu gibi ortopedik problemlerin deformiteyle ilişkili olabildiği düşünülmektedir (Choi & Lee, 2021). Bu nedenle pes planus tedavisinde altta yatan etyoloji ve patolojiye uygun tedavi yaklaşımına yönelik uygulamalar yapılmalıdır.

Kemik dizilimi şiddetinin artmasının konservatif tedavilerden yanıt alınmasını zorlaştırdığı bilinmektedir. Aşırı pronasyonla birlikte ayak- ayak bileğinin pasif elemanları olan eklemler, spring ligament ve aşıl tendonu üzerinde stres artmaktadır (Cifuentes-De la Portilla, Larrainzar-Garijo & Bayod, 2019). Ayrıca alt ekstremitayı etkilen dizilim bozuklukları ya da kas kuvvet dengesizlikleri de pronasyonla ilişkili olabilmektedir. Örneğin: kalça eksternal rotasyonunun zayıflığında veya disfonksiyonunda, kalça addüksiyonuna ve medial rotasyona gitmektedir ve bu durum pronasyonu tetiklemektedir (J.-H. Choi & ark., 2020). Benedetti ve ark (Benedetti & ark., 2011) dizin iç rotasyon probleminin en yaygın dizilim bozukluğu olduğunu ve ayak postürünü etkilediğini ayrıca semptomatik etkisi olduğunu rapor etmişlerdir. Pes planusta, konjenital vertikal talus probleminde talus kemiğinin naviküler kemiğe göre plantar fleksiyonda olması ilerleyici deformasyona sebep olarak gösterilmiştir (Yagerman & ark., 2011). Talokalkaneal koalisyon durumunda ise posterior eklem fasetinde dejenerasyon artmaktadır (Soni, Valenza & Matsunaga, 2020). Talus başının çökmesi kaynaklı artan basınç nedeniyle orta ayakta lokalize ağrı semptomunun olduğu bildirilmiştir. Ayrıca subtalar eversiyonun aşırı artması sebebiyle sinüs tarside meydana gelen sıkışmanın da bu bölgede ağrıya neden olduğu ifade edilmiştir (Mosca, 2010).

Konservatif tedavi yöntemleri içersinde; egzersiz, ortezleme, bantlama çeşitleri, gevşeme yöntemleri yer almaktadır (Rome, Ashford & Evans, 2010). Ortez kullanımında amaç pes planusta pronasyonla birlikte değişen ayak dizilimini anatomik pozisyona getirebilmek, düzgün bir plantar basınç dağılımıyla ayak arkına destek olmaktır. Ortezleme tedavi yöntemi içersinde topuk kamaları, supramalleol ortezler, tabanlık ve UCBL (University of California Biomechanics Laboratory) ortezi yer almaktadır (Henry & ark., 2019). Esnek pes planusta ayak pronasyonunu kontrol eden topuk kamaları yeterli görülürken tibialis posterior kas disfonksiyonunda bu yaklaşımın yetersiz kaldığı ve supramalleol ortez veya UCBL önerilmiştir (Henry & ark., 2019). Ortezler ve ortopedik ayakkabılar orta düzeyde ya da belirsiz etkinlikte görülmektedir (Dars & ark., 2018). Esnek pes planuslu bireylerde ortezlerin etkinliğini inceleyen bir sistematik derleme ve meta-analizde ön ayak mediali ve arka ayak desteği ile topuktaki eversiyonun azaldığı bildirilmiştir. Bununla birlikte kinetik ve kinematik açıdan ayak ortezlerinin etkinliği az ya da zayıf bulunmuştur (Desmyttere & ark., 2018). Yetişkin pes planuslu bireylerde ayak ortezleri ve egzersizlerin ağrı ve naviküler düşme üzerine etkisine bakan meta-analize göre ise her iki yaklaşımın ağrıyı azaltmada etkili olduğu ancak naviküler düşme açısından tartışmalı olarak etkisiz bulunmuştur (Hoang & ark., 2021). Semptomatik pes planusta ayak ortezleri önerilmektedir (Pfeiffer & ark., 2006). Pediatrik esnek pes planusta ortez kullanımı ile ilgili 2020 yılında yayımlanan sistematik derlemede, erken çocukluk döneminde pes planusta fizyolojik düzelme olabileceğinden ortez

kullanımının 10 yaş itibari ile kullanımın daha doğru bir yaklaşım olabileceği ifade edilmiştir (J. Y. Choi & ark., 2020).

Pes planusta standart konservatif tedavi yaklaşımı olarak egzersiz ve ayak ortezi kabul edilse de (Rome & ark., 2010) literatürde ortezlerin etkinliği çalışmaların heterojenliği sebebiyle tartışmalıdır (J. Y. Choi & ark., 2020; G3mez-Jurado, Ju3rez-Jim3nez & Munuera-Mart3nez, 2021; Herchenr3der & ark., 2021; Oerlemans & ark., 2023). Pes planusta ortez ve egzersiz tedavilerinin etkilerini karşılaştıran çalışma sayısı az olmasıyla birlikte bu iki tedavinin birbirine 3st3nl3ę3ne ilişkin sonuçlar çelişkilidir (D. Y. Jung, E. K. Koh & O. Y. Kwon, 2011; E. K. Kim & Kim, 2016; Taspınar & ark., 2017).

Pes planusta bantlama uygulamaları ise kendi içerisinde çeşitli bant tipleri ve tekniklerini içermektedir. Bant tipine g3re fizyolojik ve mekanik etki değişmekle birlikte bantlamayla amaç arkı y3kseltmek ve pronasyonu 3nlemektir (Tang & ark., 2021). Pes planusta rijit bantlama uygulamalarının iyi bir stabilizasyon sağlama rol3n3n yanında pronasyonu d3zeltici mekanik etkileri vardır (Siu, Shih & Lin, 2019). Kası destekleyen dinamik bant, kinezyolojik bantların aksine kasın kısalımış pozisyonunda uygulanmaktadır. B3ylece; germe sırasında biriken enerji, kasın kasılmasıyla daha etkin g3 3retmesini sağlayabilir (Kodesh, Cale-benzoor & Dar, 2021; Silva & ark., 2021). 2021 yılında yayımlanan meta-analizde ise rijit bantlama tekniklerinin bantlamadan hemen sonra ark y3ksekliliğini artırmada daha iyi olduğu ancak aktivite sonrası etkinin bantlama tipine g3re değiştiği ve genel anlamda azaldığı ifade edilmiştir (Tang & ark., 2021). Ayrıca, pes planusta ayak biyomekaniğini kontrol etmek için uygulanan rijit bantlamanın ark

yüksekliğini normalize etmede kinezyolojik bantlamaya göre daha üstün olduğu bildirilmiştir (T. Kim & Park, 2017). Pes planusta gevşeme uygulamaları ise kişinin kendi kendine yaptığı ya da alet yardımıyla kasa fasyal tekniklerin uygulandığı tedavi yöntemidir ve literatürde sınırlı çalışmalar vardır (Choi & Lee, 2021). Esnek pes planuslu bireylerde peroneus longus kasının miyofasyal gevşeme sonrasında abdüktör hallusis kas aktivasyonunu artırdığı ve ark yüksekliğinde artış sağladığı görülmüştür (Choi & Lee, 2021).

Bazı görüşlere göre semptomatik olmayan pes planusta egzersiz tedavisi, uygun ayakkabı önerisi, kilo kontrolü yeterli olabilirken (M. S. Lee & ark., 2005); semptomatik durumda fizyoterapi yaklaşımları, ortez ve antiinflamatuvar ilaç kullanılmalıdır (Nielsen & ark., 2011). Konservatif tedaviye yanıt alınamayan ve ilerleyen deformitelerde ise cerrahi düşünülmektedir. Pes planusa yönelik cerrahi uygulamalar içerisinde yumuşak doku operasyonları, osteotomi, artrodez yer almaktadır (Bouchard & Mosca, 2014).

Normal ve pronasyonlu ayaklarda kas kuvvet ve aktivasyonu

Ayak kor sistemi olarak ifade edilen kavram içerisinde aktif, pasif ve nöral alt sistemlerden bahsedilmektedir. Bu başlıklar altında toplanan yapılar ayağın statik ve dinamik aktivite koşullarına uyumunu kontrol etmektedirler. Arkın pasif destekleyicileri kemik, bağ, eklem gibi yapılar; aktif destekleyicileri intrinsik ve ekstrinsik kaslardır (Bek, 2018a).

Ayağın ekstrinsik kaslarından tibialis anterior, tibialis posterior, peroneus longus kaslarının yürüyüş sırasında midtarsal eklem stabilizasyonuna yardımcı olduğu ve bu kasların duruş fazında arka destek sağladığı bilinmektedir (Van Boerum &

Sangeorzan, 2003). Esnek pes planuslu bireylerde istirahat ve topuk teması fazında ekstrinsik kas zayıflığının ark düşüklüğü ile ilişkili olduğu görülmüştür (Basmajian & Stecko, 1963). Ayrıca yapılan elektromiyografi (EMG) çalışmasında pes planuslu bireylerde, pronasyonla birlikte ayağın ekstrinsik kaslarında aktivasyon artışı olduğu bildirilmiştir (Gray & Basmajian, 1968).

İntirinsik kasların origo ve insersiyoları ayak içerisinde. Bu kaslar, dört katmanlı kas tabakasından oluşmaktadır. İlk iki katman ayağın medial ve lateral longitudinal arkları ile aynı hizada yerleşmişken daha derindeki katmanlar ise daha çok anterior ve posterior transvers kemerlerle yapılandırılır (McKeon, Hertel & Davis, 2015). İntirinsik kaslardan abdükör hallusis, fleksör digitorum brevis ve interosseöz gibi kasların yürüyüşün itme fazında ayak arklarına destek olduğu bilinmektedir (Van Boerum & Sangeorzan, 2003). Abdükör hallusis kası, ayak intirinsik kasları içinde en medialde ve yüzeyde olan kastır. Bu kas statik duruş sırasında arkı desteklemede ve ayak pronasyonunu kontrol etmede önemli rol oynamaktadır (Fiolkowski & ark., 2003). Ayrıca bu kasla birlikte birbirine yakın yerleşimli diğer kaslardan alınan cevaplar karışabildiğinden abdükör hallusis kası ile medial yerleşimli intirinsik kasların tümü için abdükör hallusis kası vekil görülmüştür (Soyso & ark., 2012). Sağlıklı bireylerde yapılan bir EMG çalışmasında tibial sinire blok uygulandığında ayağın intirinsik kaslarından abdükör hallusis kas aktivitesi engellenmiş ve ark düşüklüğü görülmüştür (Fiolkowski & ark., 2003).

Yapılan bir çalışmada, ayak intirinsik kaslarını değerlendirmek için altın bir standart olmadığı için değerlendirme tekniklerinin ayak parmak fleksiyon kuvvetini ölçme gibi doğrudan

ya da görüntüleme teknikleri ve EMG çalışmaları ile dolaylı değerlendirildiği ifade edilmiştir (Soysa & ark., 2012). Ayak parmağı fleksiyon kuvvet ölçümü yapıldığında ortaya çıkan kuvvet değerinin ayağın intirinsik ya da ekstrinsik kaslarının her ikisinden de kaynaklı olabileceği de düşünüldüğünden, bu ölçüm yöntemi sınırlı bilgi vermektedir. Kuvvet ölçümünde yararlanılan diğer yöntemler; manuel kas testi, ayak parmaklarını kavrama dinamometresidir (Soysa & ark., 2012).

Ayağın intirinsik kaslarının yürüme sırasında stabilizasyona katkısı ve bağ, kemik gibi ayağın pasif dokularını koruma rolü vardır (Basmajian & Stecko, 1963). Pes planusta intirinsik ayak kaslarının stabilizasyona katkısının zayıf olduğu bildirilmiştir (Carr, Yang & Lather, 2016). Pes planuslu ayaklarda plantar intirinsik kasları normal ark yapısı olan bireylere göre atrofik olduğu ve pes planus şiddetiyle abdüktör hallusis ve fleksör hallusis brevis kaslarının kesit alanlarındaki azalmayla ilişkili olduğu bildirilmiştir. Ayak kas kesit alanının azalması ayağın dış yüklere direnme kapasitesini azaltabilir (Rome & ark., 2010).

İntirinsik ayak kaslarının anatomik ve biyomekanik özellikleri nedeniyle büyük döndürücü güç üretemezler. Bunun yerine ayağın postürel değişimi sırasında oluşan gerim cevabıyla duyuşsal bilgi üretme kapasitesi vardır (Liebenson, 2007). Bu duruma örnek olarak tekrarlayıcı kasılma davranışları sonrası oluşan yorgunluğun alt ekstremitte pozisyon hissini azaltması örnek verilebilir (Hiemstra, Lo & Fowler, 2001). Plantar intirinsik kaslarıyla yapılan EMG çalışmaları bu kasların daha çok koşu sırasında daha az ise yürüyüş sırasında tutarlı aktivasyon cevabı gösterdiğini ortaya koymaktadır (Reeser, Susman & Stern Jr, 1983).

Pes planuslu kişiler, abdüktör hallusis kas kuvvetlendirme egzersizi sırasında intirinsik ayak kaslarının zayıflığını telafi etmek için tibialis anterior, tibialis posterior ve peroneal kaslar gibi ekstrinsik ayak kaslarının aktivitesini artırabilmektedir (Van Boerum & Sangeorzan, 2003). Yapılan bir çalışmada da pes planuslu bireylerdeki zayıf olan abdüktör hallusis kasını telafi etmek amacıyla tibialis anteriorun aşırı aktive olduğu g r lm ştir (J.-H. Choi & ark., 2020). Pes planuslu bireylerde kısa ayak egzersizleri sırasında abdüktör hallusis ve tibialis anterior kasının aktivitesine bakan aynı görüşlü başka çalışmada ise pes planuslu bireylerde abdüktör hallusis aktivitesinin anlamlı olarak daha düşük olduğunu, tibialis anterior kasının ise telafi edici fonksiyonundan ötürü aktivasyonun arttığını bildirmişlerdir (J. H. Lee & ark., 2016).

Pes planuslu ayakların, normal ayaklara göre kas morfolojisi tartışmalıdır. Abdüktör hallusis kası, sadece baş parmağın abd kt r  olmayıp ön ayak add kt r  rolü olduğu tahmin edilmektedir. Kas formolojisini değerlendirmek için ultrasonografi sıklıkla kullanılmaktadır. Buradan elde edilen sonucun kas kuvvetinin göstergesi olabileceği düşünülmektedir (Sakamoto & Akita, 2004).

Abdüktör digiti minimi ve abdüktör hallusisin oblik başı ön ayak abd kt rleri olarak kabul edilmektedir. Pes planusta ark düşüklüğü ile birlikte ön ayak abdüksiyonunun sonucunda bu kasların aktiviteleri azalır ve buna bağlı kas atrofisi meydana gelebilir (Sakamoto & Akita, 2004). Sakamoto K. ve ark. yaptığı çalışmada normal ve pes planuslu ayakların intirinsik kas morfolojisi karşılaştırıldığında; pes planusta abdüktör hallusiste hipertrofi g r l rken, abdüktör digiti minimi ve abdüktör hallusisin oblik başında atrofi gözlenmiştir (Sakamoto & Akita, 2004). Pes planusta

görülen arka ayak eversiyonu ve ön ayak abdüksiyonu nedeniyle; ön ayak addüktörleri arktaki düşüklüğü kontrol etmek için normal ayağa göre daha fazla aktive olur. Bu nedenle abdüktör hallusiste kalınlaşma ve tibialis posterior kas aktivasyonunda artış görülebilir (Sakamoto & Akita, 2004). Bu durumla benzer olarak, ayağın ekstirinsik kaslarından peroneus longusun kas aktivitesinin azalması ve buna bağlı kas kalınlığının pes planuslu ayaklarda azaldığı düşünülebilir (Sakamoto & Akita, 2004).

Pes planusa yönelik egzersizler örnekleri

Kısa ayak egzersizi

Egzersiz oturma sırasında uygulanacağına öncelikle, kalça ve diz yaklaşık 90°de, ayaklar pelvis genişliğinde açık olacak şekilde kişi pozisyonlanır. Daha sonra kişinin ayak parmaklarını fleksiyona çekmeden birinci metatarsafalangeal eklemine kalkaneusa doğru çekmesi ve beş saniye boyunca ayağın intirinsik kaslarını kasılı tutması istenir. Ayakta durma ve tek ayak üzeri pozisyonda yapıldığında ise alt ekstremitenin anatomik düzgünlüğü korumak açısından ikinci ayak parmağı ile patella hizalanmasına dikkat edilmektedir. Ayrıca, kalçanın nötral pozisyonuna ve omurga düzgünlüğüne dikkat edilmesi önerilmektedir (D. Y. Jung & ark., 2011).

Kanıtı dayalı etkinliği yüksek bulunan bu egzersizi oturma, ayakta durma ve tek ayak üzeri pozisyonlarda uygulama yapan çalışmalar vardır. Abdüktör hallusis kas aktivasyonu, tek ayak üstü pozisyonda yapılan kısa ayak egzersizi sırasında ayakta durma sırasında yapılmasına oranda daha fazla olduğu bildirilmiştir. Ayrıca

tek ayak üstü pozisyonda çevre kaslarda koordinasyon ihtiyacı da artmaktadır (Kelly & ark., 2012).

Oturma pozisyonunda uygulanan kısa ayak egzersizini, pes planuslu ve normal anatomik dizilimli ayaklar üzerinde etkisini inceleyen çalışmada, pes planusta abdüktör hallusis kas aktivasyonu önemli ölçüde düşük çıkmıştır. Ayrıca pes planusta tibialis anterior/abdüktör oranı daha yüksek çıkmıştır (J. H. Lee & ark., 2016). Egzersiz; ayak bileği nötralde ve dorsi fleksiyonda uygulandığında plantar fleksiyonda yapılmasına göre daha yüksek tibialis anterior ve abdüktör hallusis kas aktivasyonu görülmüştür (Yoon & ark., 2017). Kısa ayak egzersizini postural stabiliteyi geliştirmek için öneren yazarlar vardır. Ayrıca egzersizin çıplak ayakla yapılmasını, somatosensoriyel sinir sistemini daha fazla uyarmak açısından önermişlerdir (Page, 2006). Plantar intirinsik kas kuvvetlendirme çalışmaları, hem pronasyon kontrolü hem de propriosepsiyon açısından önemlidir (McKeon & ark., 2015).



Şekil 1: Kısa ayak egzersizi.

İstirahat duruşu a. Egzersiz sırasında b. İstirahat duruşu b. Egzersiz sırasında

Kaynak: (D. Y. Jung & ark., 2011).

Ayak parmaklarını dışa yayma egzersizi (toe spread out)

Ayak parmaklarının tümüne ekstansiyon ve abduksiyon yapıldıktan sonra baş parmak ve beşinci parmak yere indirilir ve ardından ortadaki üç parmak 5 saniye kasılı tutulduktan sonra yere doğru indirilerek gevşetilir. Bu egzersizi oturma ve ayakta durma pozisyonlarında alt ekstremitenin anatomik dizilime dikkat ederek uygulama yapan çalışmalar vardır (D. J. Park & Y. I. Hwang, 2020)



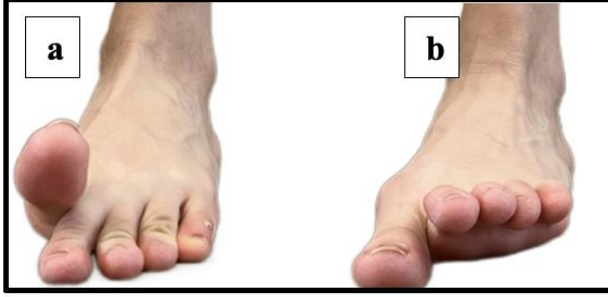
Şekil 2: Ayak parmaklarını dışa yayma egzersizi.

(a. Parmak ekstansiyonu b. 1. ve 5. Parmaklarda yerde c. Egzersiz sonu)

Kaynak: (D. J. Park & Y. I. Hwang, 2020).

Piano egzersizi (baş parmak ve diğer dört parmağın ekstansiyonu egzersizi)

Egzersiz oturma pozisyonunda yapıldığında; kalça ve diz 90° fleksiyonda iken ilk önce sadece baş parmak ekstansiyona alınır, baş parmak yere indirildikten sonra ise diğer dört parmak ekstansiyona getirilir. Ayakta durma pozisyonunda, alt ekstremitenin anatomik dizilime dikkat edilerek uygulama yapılabilir (Futrell, Roberts & Toole, 2022).



Şekil 3: Piano egzersizi.

Baş parmak ekstansiyonu b. Dört parmak ekstansiyonu)

Kaynak: (Futrell, Roberts & Toole, 2022).

Havlu kıvrırma egzersizi

Havlu kıvrırma egzersiziyle birlikte MLA açısı artmaktadır. Egzersiz yapılırken hem metatarsofalangeal eklemler hem de interfalangeal eklemler bükülmektedir. Bu egzersizin hem intirinsik ayak kaslarını hem de fleksör hallusis longus ve fleksör digitorum longus gibi ekstrinsik ayak kaslarını da kuvvetlendirdiği gösterilmiştir (Tourillon, Gojanovic & Fourchet, 2019).

Kaygan bir yüzeye yerleştirilen havlu, ayak parmakları ile kavranır ve 5 saniye boyunca hareket sürdürülerek yapılmaktadır. Bu egzersizi oturma, ayakta durma ya da tek ayak üzeri duruşta uygulayan çalışmalar vardır (Futrell & ark., 2022).



Şekil 4: Havlu kıvrırma egzersizi.

Kaynak: (Futrell & ark., 2022).

Tibialis posterior kuvvetlendirme egzersizleri

a) Kapalı zincir dirençli ayak addüksiyonu: Lee ve ark. oturma pozisyonunda, egzersiz yapılacak bacağı stabilize etmek için kişinin çapraz taraftaki elini aynı taraf dizi üzerine yerleştirmesini istemişlerdir. Böylece iki bacak arası açıklık ön kol mesafesi kadar olmakta ve egzersiz sırasında kişinin bu pozisyonlamayı koruması istenmiştir. Egzersiz yapılacak taraftaki diz ise yaklaşık 80° fleksiyona alınır ve dirençli bant, ayağın metatarsal ve navikular bölgesinden geçirilerek sarılır. Dirençli bant, zeminden 45°lik açı ile tutularak egzersiz boyunca bant gerilimi korunmaya çalışılmıştır. Dirence karşı ayağın hareket yönü ise adduksiyondur (Alam & ark., 2019).



Şekil 5: Kapalı zincir dirençli ayak addüksiyonu.

Kaynak: (Alam & ark., 2019).

b) Bilateral topuk kaldırma: Egzersizin yapılışı sırasında kişi ayakta durur ve çift tarafla parmak ucu üzerinde topuk yükselişi yapar. Egzersiz sırasında dizlerin ekstansiyonda kalmasına dikkat edilmektedir (Futrell & ark., 2022).



Şekil 6: Bilateral topuk kaldırma.

Kaynak: (Futrell & ark., 2022).

c) Açık zincir dirençli ayak supinasyonu: Lee ve ark. kişinin egzersiz yapacak bacağı bir tabure üzerinde uzatmasını ve karşı ekstremitelerini de denge sağlayabilmesi açısından egzersiz

sırasında yerle temas halinde kalmasını istemişlerdir. Tabure üzerine uzatılan diz ekstansiyonda iken ayak tabanından geçirilen dirençli bandın uçları ipsilateral omuza doğru çekilmiştir. Daha sonra kişi dirence karşı ayak bileğine plantar fleksiyon ve inversiyon hareketi yapmıştır (Sánchez-Rodríguez & ark., 2020).



Şekil 7: Açık zincir dirençli ayak supinasyonu.

Kaynak: (Sánchez-Rodríguez & ark., 2020).

Gastroknemius germe egzersizi

Soleus kasının kısılalığı tek başına görülmediği (Di Giovanni & Langer, 2007); izole gastroknemius kas kısılalığının pes planus, arka ayak pronasyonu gibi deformitelere neden olduğu bildirilmiştir (Hill, 1995). Gastroknemius-soleus kompleksinin kısılalığı ayak bileği ekleminin dorsi fleksiyonunun azalmasına ve oluşan mekanik stresin subtalar ekleme kaymasına neden olmaktadır (Ueki, Sakuma & Wada, 2019). Bu kasların aşıl tendonuyla ve kalkaneusla bağlantısı nedeniyle kasta oluşan gerilim, plantar fasyadaki gerilimi de artırmaktadır (Cheung, Zhang & An, 2006). Ayrıca ayak plantar basınç dağılımını etkilediği, ayağın medialine ve ön ayağa daha fazla yüklenme olduğu (Kubilay, 2020), gastroknemius uzatıldığında basıncın normal değerlere dönebildiği raporlanmıştır (Molund &

ark., 2018). Ayak bileği dorsi fleksiyonu esas olarak talokrural eklemdede meydana gelmektedir, subtalar ve midtarsal eklemlerin hareketi dorsi fleksiyon miktarını etkilediği için; subtalar eklemin nötral pozisyonun korunması pronasyonlu bireylerde özellikle önerilmektedir (Jung & ark., 2009).

Yapılan bir çalışmada normal kas esnekliğine sahip bireylerde, gastroknemius-soleus kompleksini pronasyon ya da supinasyon pozisyonunda germe arasında fark görülmemiştir (Worrell, McCullough & Pfeiffer, 1994).

Gastroknemius-soleus kompleksini germek için duvar kenarında uygulama yapılmaktadır. Egzersiz sırasında; kalçanın nötral pozisyonunda, ellerin göğüs hizasında duvara yerleştirmesini, daha sonra gerilecek bacağın düz ve geriye, öndeki bacağın diz fleksiyonuna alınmasını istemişlerdir. Daha sonra topuklar yerden kalkmadan 30 saniye boyunca pozisyonun koruyarak germe uygulamışlardır (J. Lee, Cynn, Shin & Kim, 2021).

Pes planusta kanıta dayalı hangi egzersizleri tercih edilebilir?

Kısa ayak egzersizi ile havlu kıvrırma egzersizini karşılaştıran bir çalışmada, her iki egzersiz de ayakta durma ve tek ayak üstü pozisyonlarda yapıldığında abdüktör hallusis kas aktivasyonu her iki pozisyon için kısa ayak egzersizinde yüksek çıkmıştır (D.-Y. Jung & ark., 2011). Hem oturma hem de ayakta durma sırasında yapılan kısa ayak egzersizi sırasındaki MLA açısı da parmak kıvrırma egzersizine göre daha küçük bulunmuştur (D.-Y. Jung & ark., 2011). Bu iki egzersiz arasında kısa ayak egzersizinin daha etkili olduğu görülmektedir. Klinikte egzersiz protokolü içerisinde kısa ayak egzersizini farklı duruş pozisyonlarında uygulamak faydalı gibi

görülmektedir. Kelly ve ark. (Kelly & ark., 2012) çift bacak ve tek bacak duruşu sırasındaki intirinsik kas aktivasyonunu EMG çalışmasıyla incelemiştir. Bu iki pozisyon karşılaştırıldığında artan postüral taleple intirinsik kaslarda aktivasyon artışı olduğu görülmüştür.

Havlulu toplama egzersizi, kısa ayak egzersizi kadar etkili görülmesine de ayak ark yapısını yükseltmeye yardımcı olmaktadır. Chung ve ark. kısa ayak egzersizi ile havlu toplama egzersizini karşılaştırdıkları sekiz haftalık çalışmanın sonucunda; her iki egzersiz de naviküler düşme miktarını önemli ölçüde azaltmıştır ancak naviküler düşme miktarı kısa ayak egzersizi’de havlu toplama egzersizine göre daha fazla düşmüştür (Chung, Lee & Lee, 2016). Kısa ayak egzersizi ile havlu kıvrma egzersizini karşılaştıran bir başka çalışmada ise gluteus maksimus ve mediusun başlangıç zamanındaki iyileşme kısa ayak egzersizi’nde anlamlı olarak önemli ölçüde iyileşme göstermiştir. Kısa ayak egzersizi sırasında kalça izometrik kalça abduksiyonu uygulandığında abdükör hallusis kas aktivasyonu daha yüksek çıkmıştır. MLA açısı ise ayakta durma sırasında daha fazla artmıştır (J. H. Choi & ark., 2020). Ünver ve ark. yaptığı çalışmada altı hafta boyunca uygulanan kısa ayak egzersizi ile egzersizin naviküler düşme miktarında azalma sağladığı ve orta ayağın maksimum kuvvetini artırdığı görülmüştür (Unver, Erdem & Akbas, 2020).

Egzersiz protokollerinin uygulanma süresi ve sıklığı önemlidir. Kısa ayak egzersizi’nin ayak postürü ve naviküler düşme miktarı üzerinde etkili olabilmesi için beş hafta ve üzeri yapılacak uygulamalar önerilmiştir. Bununla birlikte egzersizin haftalık seans sayısı ve tekrar sayısı ile ilgili çalışmalara ihtiyaç olduğu

belirtilmiştir (Hara, Kitano & Kudo, 2023). Egzersizlerle beraber tabanlık tedavisi klinikte uygulanmaktadır. Jung ve ark. sekiz hafta boyunca kişiye tabanlıkla birlikte kısa ayak egzersizi uygulandığında, abdüktör hallusis kas kesit alanında ve fleksör hallusis brevis kas kuvvetinde sadece tabanlık uygulamasına göre önemli ölçüde artış olduğunu görmüşlerdir (D.-Y. Jung & ark., 2011). 2022 yılında yayımlanan sistematik derleme ve meta-analiz çalışmasına göre plantar intrinsik kas kuvvetlendirme çalışmalarının bu kasların kesit alanında ve hacminde değişiklik ortaya çıkarmadığı ifade edilmiştir (D.-Y. Jung & ark., 2011).

İntirinsik ve ekstrinsik kasları birlikte çalıştıran egzersiz protokolleri de vardır. Lee ve ark. (D.-b. Lee & Choi, 2016)yaptığı çalışmada bir gruba kısa ayak egzersizi ile havlu kıvrma egzersizi verilirken (kontrol grubu) deney grubuna ayrıca tibialis posterior kuvvetlendirme (dirençli ayak addüksiyonu ve kama üzerinde ayakta kama ile supinasyon egzersizi) de verilmiştir. Kısa ayak egzersizi ile havlu kıvrma egzersizleri; oturma, ayakta durma ve tek ayak üzeri pozisyonlarda yapılmıştır. Deney grubunda naviküler düşme miktarı fazla olsa da iki gruptaki değişim miktarı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır.

Klinikte egzersizle birlikte elektrik stimülasyonu uygulamalarına da yer verilebilir. Esnek pes planuslu bireylerde 4 hafta nöromüsküler elektrik stimülasyonu (NMES) ve kısa ayak egzersizi birlikte uygulandığında tek başına uygulanan kısa ayak egzersizi'ne göre abdüktör hallusis kas aktivasyonunu daha fazla artırdığını ifade etmişlerdir. naviküler yükseklik oranında ve abdüktör hallusis kas kesit alanında anlamlı fark çıkmasa da

kombine grupta kesit alanında anlamlı artış görülmüştür (Namsawang & ark., 2019).

Ayak parmaklarını dışa yayma egzersizinin kısa ayak egzersizine göre abdüktör hallusis kas aktivasyonunu daha fazla artırdığı görülmüştür (M.-H. & ark., 2013). Kısa ayak egzersizi ile ayak parmaklarının dışa yayma egzersizi birlikte yapıldığında abdüktör hallusis, fleksör hallusis brevis ve ekstansör hallusis longus kaslarında aktivasyon artmıştır (D.-J. Park & Y.-I. Hwang, 2020). Bu iki egzersizin bir arada yapılması etkinliği artırabilir gözükmektedir.

Sonuç

Toplumda en sık görülen ayak deformitelerinden biri olan pes planus (Dulai & ark., 2021; Scholz & ark., 2017) yönetiminde; deformiteyi tanımlayabilmek ve altta yatan patolojiye uygun karar verebilmek için konservatif ya da cerrahi yaklaşımlar hakkında bilgi sahibi olmak önemlidir (Bouchard & Mosca, 2014). Konservatif tedavi yöntemleri içerisinde (Rome & ark., 2010), literatürde tartışılan yanlarının olmasıyla birlikte egzersizin etkinliğini gösterebilecek güçlü kanıtlar olduğundan (Hara & ark., 2023) klinikte egzersizlere tek başına ya da destekleyici diğer konservatif yaklaşımlarla birlikte uygulamak tedavi başarısını artıracaktır.

Kaynakça

Alam, F. & ark. (2019). Effects of selective strengthening of tibialis posterior and stretching of iliopsoas on navicular drop, dynamic balance, and lower limb muscle activity in pronated feet: A randomized clinical trial. *Phys Sportsmed*, 47(3), 301-311. doi:10.1080/00913847.2018.1553466

Basmajian, J. V. & Stecko, G. (1963). The role of muscles in arch support of the foot: an electromyographic study. *JBJS*, 45(6), 1184-1190.

Bek, N. (2018a). *Ayak Bileği ve Ayak Problemleri*. Ankara: Hipokrat Kitapevi.

Bek, N. (2018b). *Ayak Bileği ve Ayak Problemleri*. Ankara: Hipokrat Kitapevi.

Benedetti & ark. (2011). Diagnosis of flexible flatfoot in children: a systematic clinical approach. *Orthopedics*, 34(2).

Bouchard, M., & Mosca, V. S. (2014). Flatfoot deformity in children and adolescents: surgical indications and management. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 22(10), 623-632.

Carr, J. B., Yang, S. & Lather, L. A. (2016). Pediatric pes planus: a state-of-the-art review. *Pediatrics*, 137(3).

Cass, A. D. & Camasta, C. A. (2010). A review of tarsal coalition and pes planovalgus: clinical examination, diagnostic imaging, and surgical planning. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 49(3), 274-293.

Cheung, J. & ark. (2006). Effect of Achilles tendon loading on plantar fascia tension in the standing foot. *Clinical biomechanics*, 21(2), 194-203.

Choi, J.-H. & ark. (2020). Effect of isometric hip abduction on foot and ankle muscle activity and medial longitudinal arch during short-foot exercise in individuals with pes planus. *Journal of sport rehabilitation*, 30(3), 368-374.

Choi, J. H. & ark. (2020). Effect of Isometric Hip Abduction on Foot and Ankle Muscle Activity and Medial Longitudinal Arch During Short-Foot Exercise in Individuals With Pes Planus. *J Sport Rehabil*, 30(3), 368-374. doi:10.1123/jsr.2019-0310

Choi, J. Y. & ark. (2020). The long-term structural effect of orthoses for pediatric flexible flat foot: A systematic review. *Foot Ankle Surg*, 26(2), 181-188. doi:10.1016/j.fas.2019.01.007

Choi, Y. & Lee, J. (2021). Effect of Peroneus Longus Muscle Release on Abductor Hallucis Muscle Activity and Medial Longitudinal Arch before Toe-Tap Exercise in Participants with Flexible Pes Planus. *Healthcare (Basel)*, 10(1). doi:10.3390/healthcare10010044

Chung, K. A., Lee, E. & Lee, S. (2016). The effect of intrinsic foot muscle training on medial longitudinal arch and ankle stability in patients with chronic ankle sprain accompanied by foot pronation. *Physical Therapy Rehabilitation Science*, 5(2), 78-83.

Cifuentes-De la Portilla, C., Larrainzar-Garijo, R., & Bayod, J. (2019). Analysis of the main passive soft tissues associated with

adult acquired flatfoot deformity development: A computational modeling approach. *Journal of Biomechanics*, 84, 183-190.

Dars, S., & ark. (2018). The effectiveness of non-surgical intervention (Foot Orthoses) for paediatric flexible pes planus: A systematic review: Update. *PLoS One*, 13(2), e0193060.

Desmyttere, G. & ark. (2018). Effect of foot orthosis design on lower limb joint kinematics and kinetics during walking in flexible pes planovalgus: A systematic review and meta-analysis. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*, 59, 117-129. doi:10.1016/j.clinbiomech.2018.09.018

DiGiovanni, C. W. & Langer, P. (2007). The role of isolated gastrocnemius and combined Achilles contractures in the flatfoot. *Foot and ankle clinics*, 12(2), 363-379.

Dulai, S. & ark. (2021). Functional characterization of plantar pressure patterns in gait of typically developing children using dynamic pedobarography. *Gait Posture*, 84, 267-272. doi:10.1016/j.gaitpost.2020.12.018

Dusing, S. C. & Thorpe, D. E. (2007). A normative sample of temporal and spatial gait parameters in children using the GAITRite® electronic walkway. *Gait & posture*, 25(1), 135-139. doi:https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2006.06.003

Fiolkowski, P. & ark. (2003). Intrinsic pedal musculature support of the medial longitudinal arch: an electromyography study. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 42(6), 327-333.

Futrell, E. E., Roberts, D. & Toole, E. (2022). The effects of intrinsic foot muscle strengthening on functional mobility in older

adults: A systematic review. *J Am Geriatr Soc*, 70(2), 531-540. doi:10.1111/jgs.17541

Gómez-Jurado, I. & ark. (2021). Orthotic treatment for stage I and II posterior tibial tendon dysfunction (flat foot): A systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 35(2), 159-168.

Gray, E. G. & Basmajian, J. V. (1968). Electromyography and cinematography of leg and foot ("normal" and flat) during walking. *The Anatomical Record*, 161(1), 1-15.

Hara, S., Kitano, M. & Kudo, S. (2023). The effects of short foot exercises to treat flat foot deformity: A systematic review. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 36(1), 21-33. doi:10.3233/bmr-210374

Henry, J. K., Shakked, R. & Ellis, S. J. (2019). Adult-acquired flatfoot deformity. *Foot & ankle orthopaedics*, 4(1), 2473011418820847.

Herchenröder, M., Wilfling, D. & Steinhäuser, J. (2021). Evidence for foot orthoses for adults with flatfoot: a systematic review. *J Foot Ankle Res*, 14(1), 57. doi:10.1186/s13047-021-00499-z

Hiemstra, L. A., Lo, I. K. & Fowler, P. J. (2001). Effect of fatigue on knee proprioception: implications for dynamic stabilization. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 31(10), 598-605.

Hill, R. S. (1995). Ankle equinus. Prevalence and linkage to common foot pathology. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 85(6), 295-300.

Hoang, N. T. & ark. (2021). The Impact of Foot Orthoses and Exercises on Pain and Navicular Drop for Adult Flatfoot: A Network Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health*, 18(15). doi:10.3390/ijerph18158063

Jung, D.-Y. & ark. (2011). A comparison in the muscle activity of the abductor hallucis and the medial longitudinal arch angle during toe curl and short foot exercises. *Physical Therapy in Sport*, 12(1), 30-35. doi:https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2010.08.001

Jung, D.-Y. & ark. (2011). Effect of foot orthoses and short-foot exercise on the cross-sectional area of the abductor hallucis muscle in subjects with pes planus: a randomized controlled trial. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 24(4), 225-231.

Jung, D.-Y. & ark. (2009). Effect of medial arch support on displacement of the myotendinous junction of the gastrocnemius during standing wall stretching. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 39(12), 867-874.

Jung, D. Y. & ark. (2011). A comparison in the muscle activity of the abductor hallucis and the medial longitudinal arch angle during toe curl and short foot exercises. *Phys Ther Sport*, 12(1), 30-35. doi:10.1016/j.ptsp.2010.08.001

Jung, D. Y. & ark. (2011). Effect of foot orthoses and short-foot exercise on the cross-sectional area of the abductor hallucis muscle in subjects with pes planus: a randomized controlled trial. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 24(4), 225-231. doi:10.3233/bmr-2011-0299

Kelly, L. A. & ark. (2012). Recruitment of the plantar intrinsic foot muscles with increasing postural demand. *Clinical biomechanics*, 27(1), 46-51.

Kim, E. K. & Kim, J. S. (2016). The effects of short foot exercises and arch support insoles on improvement in the medial longitudinal arch and dynamic balance of flexible flatfoot patients. *J Phys Ther Sci*, 28(11), 3136-3139. doi:10.1589/jpts.28.3136

Kim, M.-H. & ark. D.-Y. (2013). Comparison of muscle activities of abductor hallucis and adductor hallucis between the short foot and toe-spread-out exercises in subjects with mild hallux valgus. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 26(2), 163-168.

Kim, T. & Park, J.-C. (2017). Short-term effects of sports taping on navicular height, navicular drop and peak plantar pressure in healthy elite athletes: A within-subject comparison. *Medicine*, 96(46).

Kodesh, E., cale-benzoor, M. & Dar, G. (2021). Effect of dynamic tape on postural sway in individuals with chronic ankle instability. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 28, 62-67. doi:10.1016/j.jbmt.2021.07.026

Kubilay, M. (2020). İzole Gastrocnemius Kas Kısılğının Alt Ekstremitte Biyomekanisi, Fonksiyon ve Plantar Basınç Dağılımı Parametreleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi.

Lee, D.-b. & Choi, J.-d. (2016). The effects of foot intrinsic muscle and tibialis posterior strengthening exercise on plantar

pressure and dynamic balance in adults flexible pes planus. *Physical Therapy Korea*, 23(4), 27-37.

Lee, J. & ark. (2021). Combined effects of gastrocnemius stretch and tibialis anterior resistance exercise in subjects with limited ankle dorsiflexion. *Physical Therapy Rehabilitation Science*, 10(1), 10-15.

Lee, J. H. & ark. (2016). Differences in the angle of the medial longitudinal arch and muscle activity of the abductor hallucis and tibialis anterior during sitting short-foot exercises between subjects with pes planus and subjects with neutral foot. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 29(4), 809-815. doi:10.3233/bmr-160693

Lee, M. S. & ark. (2005). Diagnosis and treatment of adult flatfoot. *J Foot Ankle Surg*, 44(2), 78-113. doi:10.1053/j.jfas.2004.12.001

Liebenson, C. (2007). Rehabilitation of the spine: a practitioner's manual: Lippincott Williams & Wilkins. *Baltimore*, 51(1):62. PMCID: PMC1924653.

McKeon, P. O. & ark. (2015). The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *British journal of sports medicine*, 49(5), 290-290.

Michaudet, C. & ark. (2018). Foot and Ankle Conditions: Pes Planus. *FP essentials*, 465, 18-23.

Molund, M. & ark. (2018). Proximal medial gastrocnemius recession and stretching versus stretching as treatment of chronic plantar heel pain. *Foot & ankle international*, 39(12), 1423-1431.

Montagnani, E. & ark. (2021). Dynamic Characteristics of Foot Development: A Narrative Synthesis of Plantar Pressure Data During Infancy and Childhood. *Pediatr Phys Ther*, 33(4), 275-282. doi:10.1097/pep.0000000000000819

Mosca, V. S. (2010). Flexible flatfoot in children and adolescents. *Journal of children's orthopaedics*, 4(2), 107-121.

Namsawang, J. & ark. (2019). Effects of the Short Foot Exercise With Neuromuscular Electrical Stimulation on Navicular Height in Flexible Flatfoot in Thailand: A Randomized Controlled Trial. *J Prev Med Public Health*, 52(4), 250-257. doi:10.3961/jpmph.19.072

Nielsen, M. D. & ark. (2011). Nonoperative care for the treatment of adult-acquired flatfoot deformity. *J Foot Ankle Surg*, 50(3), 311-314. doi:10.1053/j.jfas.2011.02.002

Oerlemans, L. N. T. & ark. (2023). Foot orthoses for flexible flatfeet in children and adults: a systematic review and meta-analysis of patient-reported outcomes. *BMC Musculoskelet Disord*, 24(1), 16. doi:10.1186/s12891-022-06044-8

Page, P. (2006). Sensorimotor training: A “global” approach for balance training. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 10(1), 77-84. doi:https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2005.04.006

Park, D.-J. & Hwang, Y.-I. (2020). Comparison of the intrinsic foot muscle activities between therapeutic and three-dimensional foot-ankle exercises in healthy adults: An explanatory study. *International journal of environmental research and public health*, 17(19), 7189.

Park, D. J. & Hwang, Y. I. (2020). Comparison of the Intrinsic Foot Muscle Activities between Therapeutic and Three-Dimensional Foot-Ankle Exercises in Healthy Adults: An Explanatory Study. *Int J Environ Res Public Health*, 17(19). doi:10.3390/ijerph17197189

Pfeiffer, M. & ark. (2006). Prevalence of flat foot in preschool-aged children. *Pediatrics*, 118(2), 634-639.

Reeser, L. A., Susman & Stern Jr, J. T. (1983). Electromyographic studies of the human foot: experimental approaches to hominid evolution. *Foot & ankle*, 3(6), 391-407.

Rome, K., Ashford, R. L. & Evans, A. (2010). Non-surgical interventions for paediatric PEs planus. *Cochrane Database of systematic reviews* (7).

Rungprai, C. & Maneeprasopchoke, P. (2021). A Clinical Approach to Diagnose Flatfoot Deformity. *Journal of Foot and Ankle Surgery (Asia Pacific)*, 8, 48-54. doi:10.5005/jp-journals-10040-1149

Sakamoto, Y. & Akita, K. (2004). Spatial relationships between masticatory muscles and their innervating nerves in man with special reference to the medial pterygoid muscle and its accessory muscle bundle. *Surg Radiol Anat*, 26(2), 122-127. doi:10.1007/s00276-003-0177-z

Sánchez-Rodríguez & ark. (2020). Modification of Pronated Foot Posture after a Program of Therapeutic Exercises. *Int J Environ Res Public Health*, 17(22). doi:10.3390/ijerph17228406

Scholz, T. & ark. (2017). Reliability and Correlation of Static and Dynamic Foot Arch Measurement in a Healthy Pediatric Population. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 107(5), 419-427.

Silva, R. O. & ark. (2021). Effect of two Dynamic Tape™ applications on the electromyographic activity of the gluteus medius and functional performance in women: A randomized, controlled, clinical trial. *J Bodyw Mov Ther*, 25, 212-217. doi:10.1016/j.jbmt.2020.11.018

Siu, W. S., Shih, Y.-F. & Lin, H.-C. (2019). Effects of Kinesio tape on supporting medial foot arch in runners with functional flatfoot: a preliminary study. *Research in sports medicine*, 28, 1-13. doi:10.1080/15438627.2019.1638258

Soni, J. F., Valenza, W. & Matsunaga, C. (2020). Tarsal coalition. *Curr Opin Pediatr*, 32(1), 93-99. doi:10.1097/mop.0000000000000858

Soysa, A. & ark. (2012). Importance and challenges of measuring intrinsic foot muscle strength. *Journal of foot and ankle research*, 5(1), 1-14.

Squibb, M., Sheerin, K. & Francis, P. (2022). Measurement of the Developing Foot in Shod and Barefoot Paediatric Populations: A Narrative Review. *Children*, 9(5), 750.

Tang, M. & ark. (2021). Effects of taping techniques on arch deformation in adults with pes planus: A meta-analysis. *PLoS One*, 16(7), e0253567. doi:10.1371/journal.pone.0253567

Taspinar, O. & ark. (2017). Comparing the efficacy of exercise, internal and external shoe modification in pes planus: A clinical and pedobarographic study. *J Back Musculoskelet Rehabil*, 30(2), 255-263. doi:10.3233/bmr-150399

Tourillon, R., Gojanovic, B. & Fourchet, F. (2019). How to evaluate and improve foot strength in athletes: an update. *Frontiers in Sports and Active Living*, 1, 485486.

Ueki, Y., Sakuma, E. & Wada, I. (2019). Pathology and management of flexible flat foot in children. *J Orthop Sci*, 24(1), 9-13. doi:10.1016/j.jos.2018.09.018

Unver, B., Erdem, E. U. & Akbas, E. (2020). Effects of Short-Foot Exercises on Foot Posture, Pain, Disability, and Plantar Pressure in Pes Planus. *Journal of sport rehabilitation*, 29(4), 436-440. doi:10.1123/jsr.2018-0363

Van Boerum, D. H. & Sangeorzan, B. J. (2003). Biomechanics and pathophysiology of flat foot. *Foot and ankle clinics*, 8(3), 419-430.

Wei, Z., Zeng, Z., Liu, M. & Wang, L. (2022). Effect of intrinsic foot muscles training on foot function and dynamic postural balance: A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 17(4), e0266525. doi:10.1371/journal.pone.0266525

Worrell, T. W., McCullough, M. & Pfeiffer, A. (1994). Effect of foot position on gastrocnemius/soleus stretching in subjects with normal flexibility. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 19(6), 352-356.

Yagerman, S. E. & ark. (2011). Evaluation and treatment of symptomatic pes planus. *Curr Opin Pediatr*, 23(1), 60-67. doi:10.1097/MOP.0b013e32834230b2

Yoon, H.-b. & ark. (2017). Comparison of the foot muscle EMG and medial longitudinal arch angle during short foot exercises at different ankle position. *Physical Therapy Korea*, 24(4), 46-53.

BÖLÜM X

Kas İskelet Sistemi Hastalıklarında Proloterapi

İlknur Topal Yarat¹

Giriş

Uluslararası Ağrı Araştırmaları Derneği (IASP) ağrıyı “Gerçek veya potansiyel doku hasarı ile ilgili hoş olmayan, duyusal ve duygusal deneyim” olarak tanımlar (1). Ağrı güncel tanımlamada, nosiseptif, nöropatik, nosiplastik ve mixt tip olarak sınıflandırılmaktadır (2). Nosiseptif ağrı, en sık görülen ağrı tipi olmakla beraber, doku yaralanmasını takiben nosiseptif reseptörlerin algılamasıyla ortaya çıkan ağrı tipidir. Nosiseptif ağrı en temel ağrı unsuru olup fizyolojik veya inflamatuvar ağrı olarak da bilinir. Vücutta koruyucu bir ol de üstlenmektedir (2). Somatik ağrılar,

¹ Doktor öğretim Üyesi, İstanbul Medipol Üniversitesi, Fiziksel tıp ve Rehabilitasyon ABD, Orcid:0000-0002-5904-2980

kemik ağrısı ve visseral ağrısı Nosiseptif ağrının subtipleridir. Somatik ağrı, yumuşak doku iltihabı veya travması nedeniyle cilt, deri altı dokular ve kaslar gibi yüzeysel dokulardan kaynaklanır. Kemik ağrıları, kemik kırıkları ve travma nedeniyle, iskelet sisteminden kaynaklanır. Viseral ağrı ise iç organların infamasyonu ve distansiyonundan kaynaklanıp kolik ve kramp tarzı kötü lokalize bir ağrı çeşididir. Akut apandisit, renal veya biliyer kolik ağrıları örnek olarak verilebilir (2). Sinir sisteminin lezyonu veya disfonksiyonu ile oluşan ağrıya nöropatik ağrı denilir. Genellikle ilgili nöral doku veya yapının dağılımı boyunca ortaya çıkar ve hipoestezi/hiperestezi, hipoaljezi/hiperaljezi, allodini veya parestezi gibi duyuşal değişikliklerle ilişkilendirilir. Yanma, elektrik çarpması, uyuşma, iğne batması veya donma şeklinde semptomları vardır (3). Nosiplastik ağrı ise periferik nosiseptör aktivasyonuna neden olan doku veya somatosensoriyel hasar olmaksızın değişen nosisepsiyondan kaynaklanan ağrıdır (3,4). Fibromiyalji, kronik low back pain, phantom ağrısı buna örnek olarak verilebilir. Mixt tip ağrı, aynı hastada nosiseptif ağrı ile nöropatik ağrının bir bileşeninin bir arada bulunmasıdır. Başarısız Lomber omurga cerrahisini sonrası kalıcı ağrı mixt tip ağrının örnekleri arasındadır. Buradaki mekanik bel ağrısı nosiseptif bileşeni temsil ederken radiküler alt ekstremité ağrısı nöropatik bileşeni temsil eder (5).

Ağrı tedavisi, bireyin durumuna ve ağrı tipine özgü olarak kişiselleştirilir. Ağrının tdtavisinde basmak sistemi esastır. Genellikle noninvaziv konservatif yöntemlerle başlanarak daha ileri düzey tedavilere geçilebilir. Kas-iskelet sistemi ağrısı olan hastalarda, steroid olmayan anti-inflamatuar ilaçlar (NSAID'ler), birinci basamak tedavideki ilk unsurdur. Bu yöntem, genellikle

egzersiz, fizyoterapi, akupunktur ve bitkisel bazlı preparatlar gibi farmakolojik olmayan yöntemlerle kombine edilir (6). Ancak, NSAID'lerin yaygın olarak kullanılması, bu ilaçların beraberinde yüksek yan etki insidansını taşımasıdır. Gastrointestinal (GİS) toksisite, böbrek fonksiyon bozukluğu, kardiyovasküler komplikasyonlar ve özellikle yaşlı hastalarda ilaç-ilaç etkileşimi gibi riskler, bu durumda "alternatif" tedavilere yönelimi artırmıştır (7).

Proloterapi ağrı yönetiminde son yıllarda giderek popülerlik kazanan bir yöntemdir. Proloterapi, eklem, bağ, tendon ve diğer bağ dokusu yaralanmalarını tedavi etmek için kullanılan bir enjeksiyon tedavisidir (8). Bu tedavi yöntemi, vücudun doğal iyileşme sürecini uyuracak şekilde genellikle dekstrozu veya tuzlu bir çözelti enjekte edilmesini içerir (9). Proloterapinin temel prensibi, bu çözeltiyi hasarlı veya zayıf dokulara enjekte ederek hafif bir inflamatuvar yanıt tetiklemektir. Bu inflamatuvar yanıt, vücudun kendi iyileşme mekanizmalarını harekete geçirir, hasarlı dokuları güçlendirir ve onarır (9). Proloterapi, 1930'larda Amerikalı osteopat ve cerrah Dr. Earl Gedney tarafından kurulmuş ve tekniği kendi bağ yaralanmalarını tedavi etmek için geliştirip popülerleştirmiştir (10). Schultz (11), temporomandibular eklem subluksasyonlarının 0.25-0.5 ml sodyum psilat enjeksiyonu ile etkili bir şekilde tedavi edildiğini ve bu işlemin ardından bağ dokuda fibrozis (sertleşme) meydana geldiğini rapor etmiştir. Schultz, sklerozan maddesinin (sodyum psylliate) enjeksiyonundan 4-6 gün sonra sonra, 4-6 gün içinde yumuşak dokuda fibrozis özelliklerini gözlemlemiştir. Bu bulgu, sklerozan çözeltilerin bağ dokusu ve eklem kapsülünü güçlendirerek ekleme stabilizasyonunu sağlamada kullanılabileceğini göstermiştir (11).

Bu düşünce George S. Hackett tarafından daha da geliştirilerek kronik ağrılı kas yapısı sistemi disabilitesinin sıklıkla ligaman laksitesinden kaynaklandığı ve bu durumun eklem instabilitesine ve bunu takip ederek ligaman ve tendonlardaki nosiseptif liflerin aktivasyonuna neden olduğunu ileri sürmüştür (9). Hackett, mekanik instabilitenin nosiseptif uyarının kaynağı olduğunu söylemiştir (9). Hackett' e göre Akut veya kronik fiziksel travma veya anormal duruş ligaman laksitesine neden olabilir (9). Bu da uzun vadede dejeneratif değişimleri beraberinde getirebilir. 1950'ler ve 1960'lar boyunca, Dr. George Hackett proloterapiyi daha da geliştirdi, klinik çalışmalar yürüttü ve 1960 yılında temel kitabı "Proloterapi ile Tedavi Edilen Bağ ve Tendon Gevşemesi"ni yayınladı (9).

1954 yılında Amerikan Osteopatik Skleroterapi Koleji'nin kurulmasıyla proloterapi konusunda geniş ölçekli hekim eğitimi başladı (12). 1956 yılında bu grup, Amerikan Osteopati Derneği (AOA) tarafından tanındı ve onaylandı, böylece proloterapi teknikleri konusunda ilk resmi eğitimi verdi (12). In the 1980s and beyond, Dr. Gustav Hemwall played a crucial role in its recognition and acceptance by enhancing techniques and creating training programs (9).

Bu AOA'ya bağlı grup, günümüzde Amerikan Osteopatik Proloterapi ve Rejeneratif Tıp Derneği (AOAPRM) olarak biliniyor. Ayrıca, Hackett Hemwall Patterson Vakfı ve Amerikan Ortopedik Tıp Derneği (AAOM) gibi diğer gruplar da doktorları proloterapinin geleneksel ve yeni biçimleri konusunda eğitmeye devam ediyor (12).

80 yılı aşkın süredir, yenilikçi düşünce ve iyileşmeyi teşvik eden yaratıcı yaklaşımlar, günümüzün proloterapi ve rejeneratif tıbbının gelişmesine katkıda bulunmuştur. Today, prolotherapy is widely used for pain management and sports injuries, continuing to gain acceptance within the medical community through ongoing research and increasing popularity among patients and clinicians.

Proloterapinin etki mekanizması

Proloterapi, normal hücrelerin ve dokuların büyümesini teşvik etmek için birkaç tedavi seansı sırasında, ağırlı ve dejenere tendon girişleri (entezler), eklemler, bağlar ve bitişik eklem boşluklarına küçük miktarlarda tahriş edici bir solüsyon uygulayan, cerrahi olmayan bir rejeneratif enjeksiyon tekniğidir (12). Tahriş edici solüsyonlar çoğunlukla normalde vücutta bulunan doğal bir glikoz formu olan dekstroza (d-glikoz) içerir, ancak aynı zamanda polidokanol, manganez, çinko, insan büyüme hormonu, pomza, ozon, gliserin veya fenol kombinasyonlarını da içerebilir (12). Klinik pratikte en yaygın kullanılan proloterapi ajanı, konsantrasyonları %12,5 ile %25 arasında değişen dekstrozdur (13) Dekstroz, suda çözünmediği, kan kimyasının normal bir bileşeni olduğu ve birçok bölgeye ve büyük miktarlarda güvenli bir şekilde enjekte edilebildiği için ideal bir çoğaltıcı olarak kabul edilir. Hipertonik dekstroz solüsyonları, enjeksiyon bölgesindeki hücreleri dehidre ederek etki göstererek lokal doku travmasına yol açar, bu da granülositleri ve makrofajları çekerek iyileşmeyi destekler (12). Proloterapi solüsyonları ağırlı veya hasarlı bağ, tendon veya eklem alanına enjekte edilince kontrollü bir inflamatuvar yanıtı tetikleyerek vücudun doğal iyileşme sürecini başlatır (14). Enflamasyon, fibroblastları aktive eder ve kollajen üretimini artırarak bağ dokusu

ve tendonların yapısal bütünlüğünü yeniden organize der. Bu süreç, zamanla bağ dokularının ve eklemlerin stabilitesini artırarak ağrının azalmasını ve fonksiyonun iyileşmesini sağlar. Yenilenen ve güçlenen bağ dokuları, mikroinstabiliteyi azaltır, böylece ağrıya neden olan aşırı hareketler ve mikrotravmalar ortadan kalkar. Ayrıca, proloterapi enjeksiyonları tedavi edilen bölgede kan akışını artırarak iyileşmeyi destekler (14). Kronik kas-iskelet sistemi hastalıklarında proloterapinin ana hedefi bağlar, tendonlar, eklem kapsülleri, menisküsler ve labral yapılar gibi eklemi stabilize eden yapıların gerilme mukavemetini artırarak eklem stabilitesinin restorasyonunu kolaylaştıracak eklemdaki rejeneratif süreçlerin uyarılmasıdır(15).

Bu alanda Sklerozan solüsyon enjeksiyonlarının ligaman stabilitesi üzerine olan etkisini değerlendiren birçok çalışma yapılmıştır. Hackett (9), sklerozan solüsyonların tendonlar üzerindeki etkilerini tavşanlarda in vivo olarak incelemiştir. Sylnasol enjeksiyonundan sonra, 48. saatte tendon ve tendon kılıfında belirgin lenfosit infiltrasyonu gözlenmiş, 2. haftada fibroz doku oluşumu başlamış ve 9. ay sonunda kalıcı fibroz doku ile %40 tendon kalınlığı artışı saptanmıştır. Ayrıca, 1 ve 3. aylarda kemik yapımında artış gözlenmiş ve bu çalışma, proliferan solüsyonların ligaman ve kemik-tendon bileşkesinde hipertrofiye neden olduğunu göstermiştir. 1983'te Liu ve ark. (16), tavşanların medial kollateral ligamentlerine %5 sodyum morrhuate enjeksiyonu yaparak ligament kuvvetini değerlendirmişlerdir. Proliferan solüsyon uygulanan grupta ligament kuvvetinde %27 ve kollajen lif çapında %56 artış saptanmıştır. Bu çalışma, proloterapi enjeksiyonlarının ligamentlerde kontrol grubuna göre anlamlı yapısal değişiklikler ve

kuvvet artışı sağladığını göstermesi açısından önemlidir. Maynard ve ark. (17), tavşanlarda sodyum morrhuate enjeksiyonu sonrasında aşıl ve patella tendonlarındaki biyokimyasal ve morfolojik değişimleri incelemişlerdir. Çalışma grubunda tendon çapındaki artış, küçük kollajen fibrillerindeki, su ve glikozaminoglikan içeriğindeki artış ve fibroblast hiperplazisi ile ilişkilendirilmiş; tek enjeksiyon uygulanan grupta ise anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Bu çalışma, sklerozan madde uygulamasının doza bağlı yanıt gösterdiğini ve kollajen liflerinin ligaman düzlemine paralel kaldığını ortaya koymuştur. Klein ve ark. (18), kronik bel ağrılı hastalarda dekstroz, gliserin ve fenol karışımından oluşan proliferan solüsyonun posterior sakroiliak ligamentlere enjeksiyonunu haftada bir kez toplam 6 hafta uygulamışlardır. Tedavi sonrası biyopsi örneklerinde fibroblast hiperplazisi ve ligaman çapında %58 artış saptanmıştır.

Bu çalışmalar, sklerozan solüsyon enjeksiyonlarının ligaman proliferasyonuna neden olduğunu ve histolojik değerlendirmelerin inflamasyon ile ardından gelen fibroblast proliferasyonunu gösterdiğini güçlü bir şekilde kanıtlamıştır.

Kas iskelet sistemi patolojilerinde Proloterapinin Uygulama alanları

Kas iskelet sistemi patolojilerinden Proloterapinin başlıca kullanılabildiği hastalıklar şu şekildedir (19);

Endikasyonlar:

1. Kronik bel ağrısı, boyun ağrısı
2. Diz eklemi ağrıları

3. Tendinopatiler (tenisçi dirseği, aşıl tendiniti)
4. Ligament yaralanmaları (diz, ayak bileği burkulmaları)
5. Kalça ağrısı (19).

Kontraendikasyonlar:

1. Enjeksiyon yapılması planlanan anatomik bölgede selülit, enfekte bursa veya açık yarası olanlar
2. Kanama bozuklukları veya antikoagülan tedavi altında olan hastalar
3. Ciddi koagülopati sorunu olanlar.
4. Eklem protezi olanlar.
5. Maligniteler (kanser)
6. Gebelik (özellikle erken dönemlerinde)
7. Şiddetli sistemik hastalıklar (örneğin, dekompanse kalp yetmezliği)
8. Proloterapide kullanılan maddelere karşı alerjisi olanlar (19).

Rölatif olarak kontrendikasyonlar

1. Daha önceki 2–3 enjeksiyona cevap alınamayanlar.
2. Özellikle yük taşıyan eklemlere üçten fazla enjeksiyon yapılanlar (19).

1.Kronik bel ağrısı, boyun ağrısı

Bel ağrısı disabilite ve iş gücü kaybına neden olabilen önemli bir halk sağlığı sorunudur. Proloterapi, lomber ve sakroiliak ligamentlerdeki instabiliteye bağlı bel ağrısını tedavi etmek için

kullanılmaktadır. Proloterapi genellikle egzersiz, vitamin ve mineral desteği ile birlikte uygulanmaktadır.

1987 yılında Ongley ve ark. (20), kronik bel ağrısı üzerinde proloterapinin etkilerini araştıran ilk çalışmayı yayınlayarak, dekstroz, fenol ve gliserin enjeksiyonlarının ağrı ve disabilite Vizuel analog skala (VAS) skorlarında anlamlı düzelme sağladığını bulmuşlardır. Çalışmada, proloterapinin etkinliği değerlendirilmiş ancak kontrolsüz değerşkenler (farklı spinal manipölasyon seviyeleri, lokal anestezi ve steroid enjeksiyonları) nedeniyle sonuçlar tam olarak netleştirilememiştir. Sonuç olarak, proloterapi, spinal manipölasyon ile birlikte uygulandığında, tek başına salin enjeksiyonuna göre kronik bel ağrısında daha üstün bulunmuştur. Klein ve ark. (18), konservatif tedavilere ve laminektomiye rağmen kronik bel ağrısı devam eden 20 hastada proloterapi enjeksiyonları, spinal manipölasyon ve lomber egzersiz programı uygulayarak, tedavi sonrası VAS ağrı ve disabilite skorlarında anlamlı düzelme bildirmişlerdir. Schwartz ve Sagedy (21), cerrahi tedavi dahil diğer tedavilere yanıtız kronik bel ağrılı 43 hastaya posterior sakroiliak ligament bölgesine proliferan solüsyon enjeksiyonu uygulayarak, enjeksiyonlar tamamlandıktan 2 hafta sonra hastaların üçte ikisinde ağrılarda %66 azalma rapor etmişlerdir. Wilkinson ve ark. (22), çalışmasında majör ağrı oluşturan ağrılı entesopati tanısı almış 35 hastada proloterapi enjeksiyonlarının etkinliğini değerlendirmiştir. Hastaların büyük çoğunluğu (%86) daha önce omurga ameliyatı geçirmiş olup, tedavi sonrasında beyin cerrahlarına yönlendirilmiştir. Toplamda 86 enjeksiyon uygulanan hastaların bir kısmına sadece lokal anestezi, diğer kısmına ise fenol-gliserol proliferantı içeren proloterapi uygulanmıştır. Klinik değerlendirme

ve anket sonuçları, proloterapi enjeksiyonlarının ağrı ve hassasiyet üzerinde önemli iyileşme sağladığını, iş kapasitesi ve sosyal işlevsellikte artış gözlemlendiğini ortaya koymuştur. Yapılan bir çalışmada PRP enjeksiyonlarının lomber faset eklem ağrısında zamanla iyileşen etkilere sahip olduğu ve 19 hastanın %79'u 3 ay boyunca belirgin ağrı azalması yaşadığı bulundu (23). Daha büyük bir kohort üzerinde yapılan randomize prospektif çalışmada, PRP ile yapılan faset eklem enjeksiyonlarının zamanla artan memnuniyetle ilişkilendirilirken, kortikosteroid grubundaki deneklerin memnuniyet oranlarının 6 ay sonra düştüğü bulundu (24). Tüm bu çalışmalar proloterapinin bel ağrısı tedavisinde yarar sağlayabileceğini destekler niteliktedir.

Beulah Land ve ark. (25) kronik boyun ve üst sırt ağrısı olan 98 hastada, Hemwall-Hackett dekstroza proloterapi tekniği uygulayarak dizayn ettiği çalışmasında hastaların, ağrı düzeyinde belirgin azalma, ilaç kullanımında düşüş ve egzersiz kapasitesinde artış gibi önemli sonuçları bildirmiştir. Çalışma, dekstroza proloterapisinin ağrısı, fonksiyonel kapasite ve yaşam açısından anlamlı iyileştirmeler elde etme ve bu iyileşmelerin tedavisinden sonraki 18 ay boyunca devam ettiği bildirmiştir.

2.Diz eklemi ağrıları

Diz, dirsek, omuz gibi eklemlerdeki tekrarlayan mikro veya akut makro yaralanmaların neden olduğu tendon ve bağ hasarları, ağrıya yol açan kıkırdak dejenerasyonu, menisküs yırtılmaları gibi patolojilerle gelişen instabilitenin giderilmesinde proloterapi kullanabilecek yöntemler arasında giderek yaygınlaşmaktadır. Sit ve ark. (26) randomize kontrollü çalışmasında, diz osteoartriti (KOA) olan eklem içi hipertonic dekstroza proloterapisinin (DPT)

normal salin (NS) dönüştürmeye kıyasla etkinliği değerlendirildi ve 52. haftada DPT'nin ağrıyı azaltmada, performansı ve yaşam kapasitesinde önemli miktarda performans kapasitesi bulundu. Ayrıca WOMAC skorlarında, VAS ağrı skorlarında anlamlı iyileşmeler gözlemlendi ve herhangi bir olumsuz olay bildirilmedi. Hauser ve ark. (27), kronik diz ağrısı olan 80 hastada proloterapi iyileştirmeleri uygulamış ve %96'sında ağrı ve tutuklukta azalma, eklem hareketinde artış, %82'sinde ise yürüyüş, anksiyete, depresyon ve ağrı kesici gereksinimi skorlarında anlamlı düzelme gözlemlenmiştir. Sert ve ark. (28) çalışmasında diz osteoartriti (KOA) olan 66 hastada dekstroz proloterapisinin salin eneksiyonuna oranla etkinliği incelenmiş, dekstroz proloterapi grubunda 18 hafta sonunda ağrı, sıcaklık ve fiziksel fonksiyon skorlarında anlamlı iyileşme görülmüş, yaşam kalitesini fiziksel parametrelerinde olumlu yanıt gözlemlenmiştir. Hosseini ve ark. (29) çalışmasında diz osteoartriti (KOA) vakalarında hipertonic dekstroz ve hyaluronik asitlerin fonksiyonu ve ağrı üzerindeki terapötik durumları karşılaştırıldı. 104 KOA hastası hastasının her biri 52 kişiden oluşan iki gruba rastgele ayrılarak Hyaluronik asit (HA) grubuna eklem içine 2,5 mL hyaluronik asit uygulanırken, hipertonic dekstroz (HD) grubuna eklem çevresine 10 mL %12,5 dekstroz uygulandı. Eneksiyonlar 1 hafta arayla 3 kez tekrarlandı. Sonuç olarak, her iki grupta da ağrı ve fonksiyonun düzeldiği, ancak hyaluronik asitte daha fazla semptom iyileşmesi görüldüğü görüldü. Sonuç olarak, KOA akışının hafifletilmesi için eklem içi hyaluronik asit dolgusu, hipertonic dekstrozdan daha etkili bulundu.

3.Omuz patolojileri

Eklem insatabilite tedavisinde giderek yaygınlık göstermekte olan proloterapi eneksiyonunun tendinopatilerin tedavisinde etkinliğini bildiren çalışmalar mevcuttur. Rotator manşet tendinopatisi (RMT) olan 32 hastayı kapsayan retrospektif dizaynlı bir çalışmada omuz ağrısı ve sakatlık indeksi (SPADI) ile ağrı görsel analog skala skorlarında tedavinin bitiminden bir hafta sonra, bir ay ve üç ay sonra anlamlı iyileşmeler gözlemlenerek, proloterapinin kronik rotator manşet tendinopatisi tedavisinde umut verici bir cerrahi olmayan tedavi seçeneği olarak önermiştir (30). Yedi ve ark. (31) 120 kronik RMT hastasında egzersiz (12 hafta boyunca haftada üç seans fizyoterapi) ve ultrason eşliğinde proloterapi eneksiyonları karşılaştırmış her iki grup da VAS, SPADI, WORC indeksi (WORC) ve omuz hareket açıklığı ile ölçülen başlangıca göre anlamlı iyileşmeler gözlemlemiştir. Gruplar arası karşılaştırma kullanıldığında başlangıçta, 3., 6. ve 12. haftalarda ve son takipteki VAS skorlarında anlamlı bir fark bulunarak, 6. ve 12. haftalarda ve son kontrolde SPADI ve WORC indekslerinde anlamlı farklılıklar tespit edilmiştir. Proloterapi grubunda 53 hasta (%92,9) mükemmel veya iyi sonuçlar bildirdi; kontrol grubunda 25 hasta (%56,8) mükemmel veya iyi sonuçlar bildirmiştir.

Lin ve ark (32) çalışmasında kronik supraspinatus tendinitli hastalarda ultrason eşliğinde hipertonic dekstroz eneksiyonunun etkinliği araştırılmış, 31 hasta rastgele iki gruba ayrılarak birine hipertonic dekstroz, diğerine ise plasebo eneksiyonu uygulanmıştır. Hastaların ağrısı, işlevselliği, eklem hareket açıklığı ve tendon kalınlığı eneksiyon öncesi ve 2 ve 6 hafta sonra değerlendirilmesi sonucunda hipertonic dekstroz eneksiyonunun 2 hafta sonra ağrı ve

işlevsellikte anlamlı iyileşme sağladığını gösterilmiştir. Tendon kalınlığında herhangi bir değişiklik gözlemlenmemiş olup, eklem hareket açıklığında da küçük bir iyileşme olduğu ancak bu etki 6 hafta sonra kaybolduğu belirtilerek ultrason eşliğinde hipertonic dekstroz enjeksiyonunun, kronik supraspinatus tendinitli hastalarda kısa vadeli ağrı ve işlevsellik iyileşmesi sağlayabildiği vurgulanmıştır. Lin ve ark (33) çalışmasında Kronik supraspinatus tendinopatisinin tedavisinde proloterapi, salin uygulaması ve kortikosteroid enjeksiyonu yöntemlerini karşılaştırmış, Enjeksiyondan 6 hafta sonra, hipertonic dekstroz grubu diğer 2 gruba karşılaştırıldığında supraspinatus tendon morfolojisinde daha olumlu ekojenik iyileşme sergilediğini gözlemlemiştir. Bununla birlikte steroid grubunda başlangıçla karşılaştırıldığında 6. haftada eklem hareket açıklığında daha diğer iki gruba oranla fazla artış kaydedildiğini bildirdi.

4.Ligament yaralanmaları (diz, ayak bileği burkulmaları)

Literatürdeki derlemede skleroterapi (ST) ve proloterapinin (PT) kronik ağrılı Aşil tendinopatisi tedavisinde ağrıyı azaltma ve hasta fiziksel kapasitesini artırma potansiyeline sahip olduğu gösterilmiştir (34). Yelland ve ark (35) randomize tek kör çalışmasında Ağrılı Aşil yükleme tendinozunda eksantrik egzersizlerinin (ELE) tek başına ve proloterapi ile kombine tedavisi değerlendirilerek, proloterapi ile kombine ELE, tek başına ELE'ye göre daha hızlı iyileşme sağladığı gözlemlenmiştir. Ancak uzun vadede benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Bir sistematik derleme, kronik plantar fasiit bakımı dekstroz proloterapisinin bakımı için sekiz randomize kontrollü alma meta-analizini içermektedir. Kısa süreli takipte dekstroz proloterapisinin,

egzersiz ve normal salin solüsyonu kontrol grubu karşılaştırması VAS ağrı skorunu azaltmada etkili olduğu yerdedir. Ayrıca dekstroz proloterapinin ayak fonksiyon indeksi (FFI) ve Amerikan Ortopedik Ayak ve Ayak Bileği Derneği (AOFAS) skorunu formatlarında ve plantar fasya tedavisini azaltmada diğer tedavi yöntemlerine göre daha etkili olduğu gözlemlenmiştir (36).

Ashegan ve ark (37) randomize kontrollü çalışmasında, kronik plantar fasiitli 59 hastada ultrason rehberliğinde dekstroz proloterapisi ile radyal ekstrakorporeal şok dalga tedavisi (ESWT) karşılaştırılmıştır. Hastalar, rastgele olarak üç seansta ESWT (n=29) veya iki seansta ultrason eşliğinde intrafasyal %20 dekstroz doldurma (n=30) almıştır. Tedaviler öncesinde ve tedaviden 6 ve 12 hafta sonra görsel analog skala (VAS) ile ağrı yoğunluğu, Ayak ve Ayak Bileği Yetenek Ölçümü (FAAM) ile günlük yaşam ve egzersiz aktiviteleri ve ultrasonografik olarak plantar fasya odağı açısından değerlendirilmiştir. VAS ve FAAM ölçükleri her iki grupta tedaviden sonra iyileşme gösterirken, plantar fasya değişiminde anlamlı azalma görülmüştür (tüm $p < 0,05$). Gruplar arası karşılaştırmalar, FAAM spor alt performansı dışında diğer ölçümlerde grup ve zaman aktarım ilişkilerinin anlamlı olmadığı görülmüştür. Sonuç olarak, dekstroz proloterapisi ve ESWT'nin kronik PF bakımı benzer etkinliğe sahip olduğu ve her iki tedavi sınıfında ciddi yan etkinin görülmediği belirlenmiştir. Rivello ve ark. (38) Konservatif tedaviye yanıtızsız kroni aşıl tendiniti, latral bağ ve peroneal tendon patolojisi olan hastalarda proloterapi ile tedaviyi takiben ortalama 2,5 yıllık anlamlı iyilik halini sürdürdüklerini bildirmişlerdir. Hasuer ve ark. (39) 2000-2005 yılları arasında karpal instabilite, tendinopati, bağ burkulması ve el bileği dejeneratif artrit

gibi edenlerle çözümlenemeyen bilek ağrısı olan 31 hastaya en az dört proloterapi seansı Hackett-Hemwall proloterapi tekniğiyle uygulanarak tedavi sonrasında telefonla yapılan görüşmelerde ağrı, tutukluk ve yaşam kalitesinde iyileşme sağlandığı rapor etmişlerdir. Sonuçlar, proloterapinin kronik bilek ağrısı ve ilgili süreyi hafifletmede etkili olduğunu ve yaşam özgürlüğünün artırıldığını göstermektedir.

Bir akademik rehabilitasyon hastanesinde yürütülen prospektif, randomize kontrollü bir çalışmada, kronik lateral epikondilitli 24 hastaya, proloterapi veya kortikosteroid enjeksiyonu uygulanarak karşılaştırılmış, her iki tedavide de ağrı ve fonksiyonel sonuçlarda istatistiksel olarak anlamlı iyileşmeler gösterilmiş; proloterapi, tedaviden sonraki 6 aya kadar ağrı yoğunluğunda ve Kol, Omuz ve El Engelliliği (DASH) skorlarında önemli değişiklikler olduğu bildirilmiştir. Gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamasına rağmen, her iki tedavi de iyi tolere edildi ve kalıcı faydalar sağladığı bildirilmiştir (40). Ayakta tedavi gören bir Spor Hekimliği kliniğinde yürütülen çift kör, randomize kontrollü bir çalışmada, dirençli lateral epikondilitli 24 hastaya 1 kısım %5 sodyum morrhuat, 1,5 kısım %50 dekstroz, 0,5 kısım %4 lidokain, 0,5 kısım %0,5 sensörkain ve 3,5 kısım normal salinden yapılan bir solüsyon enjeksiyonu yapılmıştır (41). Kontrollere %0,9 salin enjeksiyonu yapıldı. Başlangıçta ve 4. ve 8. haftalarda suprakondiler sırt, lateral epikondil ve halka şeklindeki bağa 0.5 mL'lik üç enjeksiyon yapılmıştır. Proloterapi grubunda 16. haftada istirahat dirsek ağrısı skorlarını önemli ölçüde iyileşme gözlemlenerek ve başlangıç ve kontrol grubuyla karşılaştırıldığında ekstansiyon ve kavrama kuvvetini arttırdığı tespit edildi. Bu faydaların rapor edilen

olumsuz olaylar olmadan bir yıla kadar devam etmesi, proloterapinin epikondilit için etkili bir tedavi seçeneği olduğunu düşündürmektedir (41).

5.Kalça ağrısı

Kronik kalça ağrısı olan 61 hastaya dekstroza proloterapi tedavisi uygulanan bir tedavi, hastaların ağrı bölgeleri, günlük yaşam aktiviteleri ve fiziksel durumlar 19 ay boyunca takip edilmiştir. Çalışmanın sonucunda, hastaların ortalama VAS ağrı skorlarının 7,0'dan 2,4'e gerilediği, ağrının yakınmasında %50'den fazla azalma olan hastaların %89'u olduğu, yürüme ve egzersiz aktivitelerinde %84 oranında iyileşme sağlandığı ve %54'ünün ağrının kesildiği görülmüştür (42). Gelişimsel kalça displazisine (GKD) bağlı 41 GKD osteoartrit hastasının dahil edilerek proloterapi (PrT) ve fizyoterapinin kıyaslandığı bir çalışmada PrT grubunda fizyoterapiye göre 6 ve 12 aylık takiplerde hem ağrı (VAS) hem de Harris klinik skoru (HHS) yaklaşımında anlamlı iyileşmeler kaydedilmiştir (43). İskiyofemoral sıkışma sendromu olan iki erkek hastaya, ultrason eşliğinde polydeoxyribonucleotide sodyum ve lokal anestezi ile karışımı ile yapılan proloterapi uygulanan vaka serisinde işlem sonrasında belirgin iyileşme gösterilerek; beşinci tedavi seansından sonra ağrı skorları minimal seviyeye (0-1/10) düştü ve manyetik rezonans görüntülemelerinde kuadratus femoris kasında azalmış kontrastlanma görüldü. Bu bulgular, proloterapinin cerrahiye aday olmayan iskiyofemoral sıkışma sendromu için etkili bir tedavi yöntemi olabileceğini göstermektedir (44).

Sonuç

Kas-iskelet sistemi ağrılarının ve dejeneratif hastalıklarının tedavisinde doğal iyileştirme mekanizmalarını harekete geçirerek ağrının giderilmesi ve fonksiyonun iyileşmesini sağlamak adına kullanılan Proloterapi yöntemi günümüzde giderek popülerlik kazanan, düşük maliyetli, düşük yan etki profili olan bir konservatif tedavi yöntemidir. Ancak, Proloterapi tedavisinin kas iskelet sistemi üzerindeki etkilerinin daha belirgin bir şekilde detaylandırılması için çok merkezli, ileriye dönük örneklem büyüklüğü genişletilmiş daha fazla bilimsel çalışma yapılması gerekli olduğu da aşıkardır.

Kaynaklar

IASP. <https://www.iasp-pain.org/terminology?navItemNumber=576#Pain>, Accessed 10th Jan 2019

Stucky C. Mechanisms of pain. PNAS. 2001;98:11845–11846.

Bates D, Schultheis DC, Hanes MC, et al. A Comprehensive algorithm for management of neuropathic pain. Pain Med. 2019;20:2-12.

Trouvin AP, Perrot S. New concepts of pain. Best Pract Res Clin Rheumatol. 2019 Jun;33(3):101415.

D’Mello R, Dickenson AH. Spinal cord mechanisms of pain. Br J Anaesth. 2008;101(1):8-16.

Woolf AD, Zeidler H, Haglund U, et al. Musculoskeletal pain in europe: its impact and a comparison of population and medical perceptions of treatment in eight european countries. Annals of the Rheumatic Diseases. 2004;63(4):342-347.

Katz JD, Shah T. Persistent pain in the older adult: what should we do now in light of the 2009 american geriatrics society clinical practice guideline? Polskie Archiwum Medycyny Wewnetrznej. 2009;119(12):795-800.

Yelland MJ, Glasziou PP, Bogduk N, et al. Prolotherapyinjections, salineinjections, and exercises for chronic low-back pain: a randomized study. Spine. 2003;29:9-16.

Hackett GS, Hemwall GA , Montgomery, GA. Ligament and Tendon Relaxation Treated by Prolotherapy. 5th edition. Oak Park (IL): Gustav A. Hemwall; 1993.

Gedney E. Special technic: hypermobile joint: A preliminary report. The Osteopathic Profession. 1937; 4(9): 30–31.

Schultz L. A treatment for subluxation of the temporomandibular joint. JAMA. 1937;25:1035-7.

Ross A. Hauser, Johanna BL at al. Systematic Review of Dextrose Prolotherapy for Chronic Musculoskeletal Pain. Clin Med Insights Arthritis Musculoskelet Disord. 2016; 9: 139–159.

Distel LM, Best TM. Prolotherapy: a clinical review of its role in treating chronic musculoskeletal pain. PM R. 2011;3(6 suppl 1):78–81.

Doğan H. Proloterapi. Intertıp yayınevi, Haziran 2013. Denizli.

DeChellis DM, Cortazzo MH. Regenerative medicine in the field of pain medicine: prolotherapy, platelet-rich plasma therapy, and stem cell therapy-theory and evidence. Tech Reg Anesth Pain Manag. 2011;15(2):74–80.

Liu YK, Tipton CM, Matthes RD, et al. An insitu study of the influence of a sclerosing solutionin rabbit medial collateral

ligaments and its junctional strength. *Connec Tissue Res* 1983;11:95–102.

Maynard JA, Pedrini VA, Pedrini-Mille A, et al. Morphological and biochemical effects of sodium morrhuate on tendons. *J Orthop Res*.1985;3(2):236-48.

Klein RG, Dorman TA, Johnson CE. Proliferant injections for low back pain: histologic changes of injected ligaments and objective measurements of lumbar spine mobility before and after treatment. *J Neurol Orthop Med Surg* 1989;10:141–144.

Çakmak S. Kas-iskelet sistemi hastalıklarında proloterapi. *TOTBİD Dergisi* 2017; 16:282–286

Ongley MJ, Klein RG, Dorman TA, Eck BC. A new approach to the treatment of chronic low back pain. *Lancet* 1987;2:143–146

Robert G. Schwartz MD. Sagedy N. Prolotherapy: A Literature Review and Retrospective Study. *Journal of Neurological and Orthopadic Medicine and Surgery*, 1991;12(3)

Wilkinson HA. Injection therapy for enthesopathies causing axial spine pain and the “failed back syndrome”: a single blinded, randomized, and cross-over study. *Pain Physician*. 2005; 8(2): 167-73.

Li Y, Shen Z, Huang M, Wang X. Stepwise resection of the posterior ligamentous complex for stability of a thoracolumbar compression fracture: An in vitro biomechanical investigation. *Medicine (Baltimore)*. 2017; 96(35): e7873.

Wu J, Zhou J, Liu C, et al. prospective study comparing platelet-rich plasma and local anesthetic (LA)/ corticosteroid in intra-articular injection for the treatment of lumbar facet joint syndrome. *Pain Pract.* 2017; 17: 914-24.

Hauser R & Hauser M. Dextrose Prolotherapy For Unresolved Neck Pain An observational study of patients with unresolved neck pain who were treated with dextrose prolotherapy at an outpatient charity clinic in rural Illinois. *Practical Pain Management.* 2007;56-69.

Sit RWS, Wu RWK, Rabago D, et al. Efficacy of Intra-Articular Hypertonic Dextrose (Prolotherapy) for Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. *Ann Fam Med.* 2020; 18(3): 235–242.

Hauser RA, Hauser MA. A Retrospective Study on Dextrose Prolotherapy for Unresolved Knee Pain at an Outpatient Charity Clinic in Rural Illinois. *Journal of Prolotherapy.* 2009;1:11-21.

Sert AT, Sen EI, Esmaeilzadeh S, et al. The effects of dextrose prolotherapy in symptomatic knee osteoarthritis: a randomized controlled study. *J Altern Complement Med* 2020; 26: 409–417.

Hosseini B, Taheri M, Ardekani RP, et al. Periarticular hypertonic dextrose vs intraarticular hyaluronic acid injections: a comparison of two minimally invasive techniques in the treatment of symptomatic knee osteoarthritis. *Open Access Rheumatol Res Rev* 2019;11: 269–274.

Ryu K, Ko D, Lim G, et al. Ultrasound-Guided Prolotherapy with Polydeoxyribonucleotide for Painful Rotator Cuff Tendinopathy. *Pain Res Manag*. 2018;25:8286190.

Yedi MM, Ersen EY, Akpınar S, et al. Effectiveness of prolotherapy in the treatment of chronic rotator cuff lesions. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2017;103(3):427-433.

Lin CL, Huang CC, Huang SW. Effects of hypertonic dextrose injection in chronic supraspinatus tendinopathy of the shoulder: a randomized placebo-controlled trial. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2019;55(4):480-487.

Lin CL, Yang MT, Lee YH, et al. Comparison of Clinical and Ultrasound Imaging Outcomes Between Corticosteroid and Hypertonic Dextrose Injections for Chronic Supraspinatus Tendinopathy. *Orthop J Sports Med*. 2022;10(11):23259671221129603.

Morath O, Kubosch EJ, Taeymans J, et al. The effect of sclerotherapy and prolotherapy on chronic painful Achilles tendinopathy-a systematic review including meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*. 2018;28(1):4-15.

Yelland M, Sweeting KR, Lyftogt JA, et al. Prolotherapy injections and eccentric loading exercises for painful Achilles tendinosis: a randomised trial. *Br J Sports Med*. 2011;45(5):421-8.

Chutumstid T, Susantitaphong P, Koonalinthip N. Effectiveness of dextrose prolotherapy for the treatment of chronic plantar fasciitis: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PM R*. 2023;15(3):380-391.

Asheghan M, Hashemi SE, Hollisaz MT at al. Dextrose prolotherapy versus radial extracorporeal shock wave therapy in the treatment of chronic plantar fasciitis: A randomized, controlled clinical trial. *Foot Ankle Surg.* 2021;27(6):643-649

Hauser A. A Retrospective Study on Hackett-Hemwall Dextrose Prolotherapy for Chronic Hip Pain at an Outpatient Charity Clinic in Rural Illinois. *Journal of Prolotherapy.* 2009;2:76-88.

Hauser R, Hauser M, Holian P. Dextrose prolotherapy for unresolved wrist pain. *Practical Pain Management.* 2009:72-79

Carayannopoulos A, Borg-Stein J, Sokolof J, at al. Prolotherapy versus corticosteroid injections for the treatment of lateral epicondylitis: a randomized controlled trial. *PM R.* 2011;3(8):706-15.

Scarpone M, Rabago D, Arbogest J, at al. The efficacy of prolotherapy for lateral epicondylitis: A pilot study. *Clin J Sports Med* 2008;18:248-254.

Rivello Gj. McGlamry's Comprehensive Textbook of Foot & Ankle Surgery 4th Edition. Chapter 35, 181-86.

Gül D, Orsçelik A, Akpınar S. Treatment of Osteoarthritis Secondary to Developmental Dysplasia of the Hip with Prolotherapy Injection versus a Supervised Progressive Exercise Control. *Med Sci Monit.* 2020;26: e919166-1–e919166-8.

Kim WJ, Shin HY, Koo GH, at al. Ultrasound-guided Prolotherapy with Polydeoxyribonucleotide Sodium in Ischiofemoral Impingement Syndrome. *Pain Pract.* 2014;14(7):649-55.

BÖLÜM XI

Aşıl Tendinopatisi

Muhammed Enes KARATAŞ¹

1.Giriş

Aşıl tendonu vücudumuzdaki en büyük ve güçlü tendondur. Aşıl tendinopatisi (AT), aşıl tendonu çevresinde ağrı, hassasiyet, şişlik ve hareketlerde kısıtlanma gibi semptomları içeren bir rahatsızlıktır. İnsersiyonel ve non insersiyonel olarak iki alt başlık altında kategorize edilir. Tendinopati, tenositlerin dejenerasyonu ve rastgele çoğalması, kollajen liflerinin bozulması ve matrikste artış ile kendisini gösteren başarısız iyileşme örneğidir. Tip 3 kollajende artış görülmektedir. (1)

AT'nin etyolojisi hala tam net değil ve tartışmalıdır. (2)
Tendon vaskülaritesinin azlığı, gastroknemius-soleus kas

¹ Op.dr., Bartın Devlet Hastanesi, Bartın/Türkiye, Orcid: 0000-0003-0995-0953, menskrts@hotmail.com

kompleksinin esnekliğinin az olması, hastada pes kavus ya da lateral ayak bileği instabilitesi olması intrinsik faktörler olarak düşünülmektedir. (2) Aynı zamanda aşırı kullanım, ileri yaş ve genetik de bunda etkili olmaktadır.

AT'nin tanısı hikaye ve klinik muayene ile konulmalıdır. Ağrı genelde geç semptomdur ve erken dönemde daha çok sabah sertliği, belli bir süre hareketsiz kaldıktan sonra sertlik olması ve aktivite esnasında kademeli olarak başlayan rahatsızlık hissi görülmektedir. (3) İlerleyen dönemlerde ağrı aktivite sonrasında ortaya çıkar ve de ara sıra semptomlarda azalma görülebilir. Şiddetli vakalarda ise ağrı istirahat halinde de olur ve de günlük yaşam aktivitelerini kısıtlar. Akut dönemde tendon şiş, ödemlidir ve ağrı tendon yapışma yerinin 2-6 cm proksimalinde en şiddetlidir. Kronikleşmiş vakalarda ise tendon hassastır ve nodüler şişlik ele gelir.

2.Görüntüleme

Radyografiler insidental kemik lezyonlarının tanısını koymada ya da ilintili lezyonlarda yardımcı olabilir. Özellikle 6 haftadan fazla semptomu olan ve kronikleşmiş vakalarda kalsifik birikintileri görmek açısından grafi çekilmelidir. Aynı zamanda kalkaneusun posteriorunda bulunan topuk dikenini de insersiyonel aşıl tendinopatisi tanısını koydurmaktadır.

Ultrasonografi (USG) kişiye bağımlı olmakla birlikte, tendon yapısını ve kalınlaşmasını bize göstermektedir. Histopatolojik bulgularla iyi bir korelasyon gösterir. Birçok yerde ilk görüntüleme yöntemi olarak kullanılmaktadır. Neovaskülariteyi tespit etmek adına renkli Doppler USG de çekilebilmektedir. Ayrıca son

zamanlarda ultrason doku karakterinin ölçümü (UDK) yaygınlaşmıştır. (4) UDK tendon yapısını kantitatif olarak değerlendirme olanağı sağlar ve de bu sayede asemptomatik vakalarda dahi teşhis olanağı verir. (5)

Şayet USG ile tam olarak tanı konulamıyorsa Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) yapılabilir. MRG, tendonun detaylı olarak görüntülenmesini sağlar ve de dejenerasyonu bize gösterir. Tendonun iç morfolojisi, çevresel yumuşak dokular ve kemiğin de görüntülenmesini sağlamaktadır. İnkomplet tendon rüptürlerini USG den daha iyi değerlendirmektedir.

3.Tedavi

AT'nin tedavisi konservatif tedaviden cerrahiye uzanan geniş bir yelpaze içindedir. AT'nin tedavisi zordur ve cerrahi tedaviler bile bazen fayda vermemektedir. Tedavi planları arasındaki geçişler tam net sınırlarla yapılamamaktadır. 2000 yılında yapılan prospektif bir çalışmada hastaların yaklaşık %29'u cerrahiye gitmiş olsa da 8 yıllık takipte hastaların memnuniyetleri yüksek düzeydedir. (6)

Genel olarak cerrahi öncesinde en az 3 ile 6 ay boyunca konservatif tedavi yöntemleri denenmiş olmalıdır. Hastaların büyük çoğunluğu bu dönemde şikayetlerinden kurtulmaktadır.

3.1.Konservatif Tedavi

Konservatif tedavilerin genel olarak bilimsel altyapısı sınırlıdır.

3.1.1.İstirahat: Ağrıya neden olan aktivite sınırlanmalıdır. Ancak tavsiyeler ancak uzman görüşü düzeyinde kalmaktadır. (7)

3.1.2.NSAİİ'ler: Her ne kadar kısa vadede akut semptomlar üzerine etkisi çok fazla olmasa da AT'nin tedavisinde çok sık olarak kullanılmaktadırlar. Potansiyel zararları da göz önünde bulundurularak hastalara kullanımı önerilmelidir. (7)

3.1.3.Eksantrik Egzersizler: Tendon içinde kollajen lif çapraz bağ oluşumunu teşvik ettiği ve de böylece tendonun yeniden şekillenmesini kolaylaştırdığı öne sürülmektedir. (8) Literatürde sınırlı kanıtlar olsa da egzersizin çok iyi klinik sonuçlara sahip olduğunu gösteren çokça yayın mevcuttur. (9,10) Bu konservatif tedavi yönteminin herhangi bir komplikasyonu olmaması da bunu ön plana çıkarmaktadır.

3.1.4.Ortezler, en sık kullanılan yöntemlerden olup topuk yastıkları oldukça popülerdir. Bunların kullanımını destekleyen çok az çalışma mevcuttur. AirHeel ortezi ağrı nedeniyle antrenmanı ya da fiziksel aktiviteyi tolere edemeyen hastalarda eksantrik egzersizlere alternatif olarak gösterilmişlerdir. (11)

3.1.5.Düşük enerjili şok dalga tedavisi, ağrı reseptörlerini inhibe ederek ve de iyileşmeyi stimüle ederek etki göstermektedir. Prospektif randomize kontrollü bir çalışmada eksantrik yüklenme ve düşük enerjili dalga tedavisinin bekle ve gör tedavisine göre daha etkin olduğu görülmüştür. (13)

3.1.6.Ultrason tedavisi de yaygın olarak kullanılan tedavilerden birisidir. Ancak literatürde bu tedaviyi destekleyici çok sayıda çalışma bulunmamaktadır. (14) Bazı çalışmalarda etkin olduğu söylense de daha geniş randomize çalışmalara ihtiyaç vardır. (15)

Aşıl tendonu enjeksiyonları için çok çeşitli maddeler kullanılabilir. Kortikosteroid enjeksiyonları, hiperosmolar dekstroz enjeksiyonu, platelet zengin plazma (PRP),

Birbirlerinin üstünlüğü olup olmadığı net olarak gösterilememiştir. 2017 yılında yapılmış çift kör randomize prospektif kontrollü çalışmada kronik AT lerde eksantrik eğitimlerle beraber yüksek volümlü enjeksiyonlar (steroid, saline, lokal anestezi), ağrıyı azaltma, aktivite düzeyini artırmada tek başına eksantrik eğitime göre daha etkin olarak görülmüştür. Kısa vadede PRP'den daha etkili olduğu söylenebilir. (16)

3.2.Cerrahi Tedavi

Konservatif tedavi yöntemlerine rağmen yanıt alınamayan hastalarda endikedir. En az 6 ay konservatif yöntemler denenmiş olmalıdır. Cerrahi opsiyonlar arasında; basit perkütan tenotomi, minimal invaziv tendon sıyrılması, açık tendon debridmanı olarak sayılabilir. Çoğu çalışma vakaların büyük çoğunluğunda iyi sonuçlar bildirmektedirler. (17) Cerrahinin sporcu ve erkek hastalarda daha iyi sonuçlar verdiği gösterilmiştir. (18)

4.Sonuç

AT'nin tanısının konulması tecrübeli hekimlerce bile kolay olmamaktadır. Tedavi aşaması da bir o kadar zor ve zahmetli olabilmektedir. Bu nedenlerle hastalara konservatif ya da cerrahi yapılsa bile şikayetlerin devam edebileceği ya da tekrarlayabileceği anlatılmalıdır. Önemli olan hastaların ağrısız bir şekilde günlük yaşamlarına döndürmek olmalıdır.

Kaynakça

1.Longo U.G., Ronga M., Maffulli N.: Achilles tendinopathy. Sports Med Arthrosc 2009; 17: pp. 112-126.

2.Kvist M.: Achilles tendon injuries in athletes. Sports Med 1994; 18: pp. 173-201.

3.Maffulli N., Oliva F., Loppini M., Aicale R., Spiezia F., King J.B.: The Royal London Hospital Test for the clinical diagnosis of patellar tendinopathy. MLTJ 2017; 7: pp. 315-322.

4.Wezenbeek E., Mahieu N., Willems T.M., Van Tiggelen D., De Muynck M., De Clercq D., et. al.: What does normal tendon structure look like? New insights into tissue characterization in the Achilles tendon. Scand J Med Sci Sports 2017; 27: pp. 746-753.

5.van Schie H.T., de Vos R.J., de Jonge S., Bakker E.M., Heijboer M.P., Verhaar J.A., et. al.: Ultrasonographic tissue characterisation of human Achilles tendons: quantification of tendon structure through a novel non-invasive approach. Br J Sports Med 2010; 44: pp. 1153-1159.

6.Paavola M., Kannus P., Paakkala T., Pasanen M., Jarvinen M.: Long-term prognosis of patients with achilles tendinopathy. An observational 8-year follow-up study. Am J Sports Med 2000; 28: pp. 634-642.

7.Glaser T., Poddar S., Tweed B., Webb C.W.: Clinical inquiries. what's the best way to treat Achilles tendonopathy?. J Fam Pract 2008; 57: pp. 261-263.

8. Maffulli N., Longo U.G.: How do eccentric exercises work in tendinopathy?. Rheumatology (Oxford) 2008; 47: pp. 1444-1445.

9. Roos E.M., Engstrom M., Lagerquist A., Soderberg B.: Clinical improvement after 6 weeks of eccentric exercise in patients with mid-portion Achilles tendinopathy -- a randomized trial with 1-year follow-up. *Scand J Med Sci Sports* 2004; 14: pp. 286-295

10. Mafi N., Lorentzon R., Alfredson H.: Superior short-term results with eccentric calf muscle training compared to concentric training in a randomized prospective multicenter study on patients with chronic Achilles tendinosis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 2001; 9: pp. 42-47.

11. Lowdon A., Bader D.L., Mowat A.G.: The effect of heel pads on the treatment of Achilles tendinitis: a double blind trial. *Am J Sports Med* 1984; 12: pp. 431-435.

12. Petersen W., Welp R., Rosenbaum D.: Chronic Achilles tendinopathy: a prospective randomized study comparing the therapeutic effect of eccentric training, the AirHeel brace, and a combination of both. *Am J Sports Med* 2007; 35: pp. 1659-1667.

13. Rompe J.D., Nafe B., Furia J.P., Maffulli N.: Eccentric loading, shock-wave treatment, or a wait-and-see policy for tendinopathy of the main body of tendo Achillis: a randomized controlled trial. *Am J Sports Med* 2007; 35: pp. 374-383.

14. Warden S.J.: A new direction for ultrasound therapy in sports medicine. *Sports Med* 2003; 33: pp. 95-107.

15. Chester R., Costa M.L., Shepstone L., Cooper A., Donell S.T.: Eccentric calf muscle training compared with therapeutic ultrasound for chronic Achilles tendon pain--a pilot study. *Man Ther* 2008; 13: pp. 484-491.

16.Boesen A.P., Hansen R., Boesen M.I., Malliaras P., Langberg H.: Effect of high-volume injection, platelet-rich plasma, and sham treatment in chronic midportion achilles tendinopathy: a randomized double-blinded prospective study. *Am J Sports Med* 2017; 45: pp. 2034-2043.

17.Tallon C., Coleman B.D., Khan K.M., Maffulli N.: Outcome of surgery for chronic Achilles tendinopathy. A critical review. *Am J Sports Med* 2001; 29: pp. 315-320.

18.Maffulli N., Testa V., Capasso G., Oliva F., Panni A.S., Longo U.G., et. al.: Surgery for chronic Achilles tendinopathy produces worse results in women. *Disabil Rehabil* 2008; 30: pp. 1714-1720.

BÖLÜM XII

Current Stroke Rehabilitation Recommendations

Sevinç KÜLEKÇİOĞLU

Stroke is the third leading cause of death and disability worldwide and accounts for 56% of the neurological disease burden (1). Forecasts for Europe from 2017 to 2047 predict a 17% reduction in stroke mortality but a 27% increase in stroke prevalence. It is inevitable that these trends will increase the demand for stroke rehabilitation services (2). Stroke is caused by neural tissue damage caused by oxygen loss following blockage or bleeding in the vessels supplying blood to the brain. It can cause debilitating symptoms ranging from motor and affective disorders to impairment in higher-level functions such as cognition, consciousness and memory, to which additional problems such as seizures, pain, depression and fatigue may be added (3). Despite significant advances in the treatment of acute stages of stroke, such as thrombolysis and thrombectomy, stroke prevention, diagnosis, rehabilitation and prognostics are delayed (4). 10% of stroke patients recover

spontaneously within a month, 10% cannot benefit from any treatment, and a large segment of approximately 80% with mild and moderate disabilities benefit greatly from rehabilitation services, although to a different degree for each patient. By starting a regular rehabilitation program as soon as possible after a stroke, complications are prevented, the recovery process is accelerated, functional capacity improves, and the degree of dependency can decrease (5).

Five stages are distinguished after stroke: hyperacute (first 24 hours), acute (up to 7 days), early subacute (up to 3 months), late subacute (4-6 months) and chronic (after six months). Underlying the changes seen in these stages are spontaneous recovery, plasticity, restoration of excitatory-inhibitory balance, and neuronal restructuring processes similar to mechanisms related to development, learning and memory (6). Although the exact relationship between functional recovery and neuronal substrate still remains unclear, it is believed that recovery is essentially completed within three months (7,8). It is stated that functional recovery, which is related to many factors, is highest in the first 3 months, and that the first 6 months, the second 6 months and the second year are very important, respectively (5,9). However, the critical period largely ends in the sixth month after stroke, creating a large treatment gap. Because the real impact of stroke on society occurs in the chronic stage, where treatment is often not available.

Stroke rehabilitation should be managed by a core multidisciplinary, professional team (Physical Medicine and Rehabilitation Physician, Physiotherapist, Nurse, Occupational Therapists, Speech and Language Therapists, Dietitian, Clinical

Psychologist, Social Service Specialist). The aim of rehabilitation is to educate patients and their relatives and ensure their active participation in rehabilitation programs, to help psychosocial adaptation, to maintain or increase joint range of motion, to prevent or reduce secondary complications due to immobility such as contracture, deformities, pressure sores, infection, deep vein thrombosis, sensory and perceptual To compensate for the disorders and to ensure the individual's independence as much as possible in ambulation and self-care activities by increasing the lost motor functions or developing another function instead (10,11). Health and social care professionals should conduct a thorough evaluation before the stroke survivor is transferred from the hospital to the community. It is important to identify the ongoing needs of the person, family members and carers (e.g. access to benefits, care needs, housing, participation in daily and community activities, return to work, access to transportation and voluntary services). After a person leaves the hospital after a stroke, care and rehabilitation should continue as long as treatment helps them achieve their goals. As long as a safe and secure environment is provided, early assisted discharge should be offered to people who can move from bed to chair independently or with assistance after a stroke. It should be ensured that therapy continues with the same intensity as that provided in the hospital and with the support of qualified staff. Evidence has also shown that there is no difference between early supported discharge and usual care in terms of mortality, the person's or carer's quality of life or the Carer Strain Index (used to assess carers' well-being), or hospital readmission rates. Published evidence has also found that early supported

discharge is not only less costly than usual care, but also that people after stroke, their families, carers and healthcare professionals consider early supported discharge to be beneficial. They saw this as an opportunity for the person to go home faster and be in a familiar environment and as a way to motivate the person (12).

1. Planning and implementation of stroke rehabilitation

Rehabilitation should increase the person's physical, psychological, social and professional potential to the highest possible level (13). There is a common understanding that post-stroke deficiencies should be addressed through rehabilitation and there are various approaches (14). According to clinical needs, standard therapy comprises aspects of physical therapy (PT) to maintain the physical functionality and fitness of the body, occupational therapy (OT) to maximize independence in daily living by improving necessary skills, constraint-induced movement therapy (CIMT), which aims to restore function through forced use of a paretic limb, and cognitive and speech therapy (ST) with regional variability between these recommendations (15).

Planning rehabilitation

- Information and support should be provided to enable the person, family members and caregivers to be actively involved in the development of the stroke rehabilitation plan after the stroke,

- Stroke rehabilitation plans should be reviewed regularly in multidisciplinary team meetings,

- Rehabilitation should be considered as all the activities that begin in the acute phase of the stroke patient and include the post-

acute period as well as return to society, home, work and lifelong follow-up.

Rehabilitation in hyperacute and acute periods

In the acute phase of stroke, a rehabilitation program should be started immediately in addition to medical treatments. Mobilization activities are started within the first 24-48 hours for people whose general condition and condition are suitable. Many of the clinical problems in stroke patients arise from immobility and physiological deconditioning. Therefore, mobilization as early as possible is essential (11,16). Mobilization is characterized by passive physical activities at first and then turning into active ones in a short time by ensuring that the patient participates in almost every activity. These activities are not performed in cases of worsening neurological findings, coma, severe consciousness impairment and cardiovascular instability.

A-After a person has a stroke, the following are scanned, problems are detected, and treatment is started.

- Disorientation
- Positioning problems
- Swallowing function
- Respiratory function
- Bladder and bowel function
- Movement capacities (passive or assisted active joint range of motion exercises depending on capacity, sitting balance training, mobilization exercises, initial training for daily living activities)

- Determination of risky areas for pressure sores
- Their communication skills, including their ability to understand and follow instructions and communicate their needs and wants.

- Nutritional status and hydration

B-After a stroke, a complete medical evaluation of the person is performed, including cognition (attention, memory, spatial awareness, speech impairment, perception), vision, hearing, muscle tone, strength, sensation and balance.

C-Person after stroke

- Previous functional abilities
- Changes or impairments in psychological and neuropsychological functioning
- Impairment of body functions, including pain
- Activity limitations and participation restriction
- Environmental factors (social, physical and cultural) are evaluated.

D-When collecting information from people who have had a stroke: Valid, reliable and sensitive tools such as national scales and indices should be used.

E-The impact of stroke on the person's family, friends and carers should be considered and, if appropriate, resources of support should be identified for them.

Patients' beds should be easy to hold on to, low level and suitable for positioning. The position should be changed every two hours, and the sheets should be clean and taut to avoid the risk of developing pressure sores. In some patients, intermittent lying prone may be helpful in preventing hip and knee contractures. In order to prevent complications that may occur in the upper extremity, a pillow is placed between the arm and chest and the shoulder is positioned in slight abduction and external rotation. In order to prevent the development of edema in the hand, it is kept higher than the proximal distal part of the extremity and the heart level. Additionally, static hand-wrist orthoses can be applied to maintain the functional position of the hand-wrist. In the lower extremity, the ankle is supported in 90 degrees dorsiflexion and the hip and knee joints are in a neutral position. First of all, joint range of motion exercises are performed passively, and in conscious and cooperative patients, resistant exercises are performed on the extremities on the healthy side. In the stages when muscle strength begins to be regained with an increase in muscle tone, exercises to increase muscle strength and neurophysiological treatment approaches such as Brunnstrom, Bobath, Rood, Kabat, Knot and Voss are added. During this period, when the patient's medical condition is appropriate, the patient is started to sit in the bed and on the edge of the bed. In patients with upper extremity plegia, a shoulder strap is recommended while sitting to prevent shoulder subluxation.

The most important goal of the acute period is early mobilization. Early mobilization aims to reduce the frequency of complications such as deep vein thrombosis, aspiration pneumonia, pressure sores, contracture, and orthostatic hypotension, as well as

to increase limited joint range of motion, proprioceptive sense, and muscle strength.

Rehabilitation in the Subacute Period

This is the period when the patient becomes neurologically and medically stable. Training in turning and sitting in bed begins. Training is provided for transfer activities, including transitions from bed to wheelchair, from wheelchair to bed, to the toilet and to the parallel bar. For patients sitting unsupported on the edge of the bed, standing and balance training is started first on the edge of the bed, then on the parallel bar. Patients who can perceive verbal or sign commands, have standing balance, do not have contractures in the lower extremity joints, and voluntarily stabilize their hip, knee and ankle joints are placed on the parallel bar for walking training. Standing and balance training, weight transfer and stepping training are performed on the parallel bar. Treatment of patients who complete this stage continues outside the bar and cane training is given. The aim is to mobilize the patient in a balanced and safe manner, with a minimum of assistive devices. The aim of upper extremity rehabilitation is to prevent complications and restore fine motor control and sensory functions. For this purpose, exercises are applied to maintain and increase joint range of motion. Coordination and skill exercises are added along with resistance exercises in line with motor development. Special treatment methods such as neurophysiological treatment methods, biofeedback and electrical stimulation can also be applied.

Rehabilitation in the chronic period

In the chronic period, exercises, occupational and speech therapy, psychological support and treatment are continued at home or in rehabilitation units. In addition, at each follow-up, the patient is carefully evaluated for possible complications. During this period, exercise programs for joint range of motion, strengthening, coordination and balance training are applied. The aim is to ensure proper mobilization of the patient and to increase social adaptation by making him/her as independent as possible in daily life and professional activities. Aerobic exercise programs that improve endurance, coordination, functions and increase the person's cardiovascular and pulmonary capacity are important. There are various rehabilitation models for the treatment of central nervous system dysfunction. It includes one or more of the general approach methods for the rehabilitation of stroke patients. These; These can be listed as compensatory and strengthening exercises, neurophysiological and facilitation techniques, work-orientation approaches and homework-oriented training.

Setting goals for rehabilitation

Rehabilitation programs for people after stroke should have the following goals.

- must be meaningful and relevant
 - focus on activity and participation
 - should be challenging but achievable
- should include both short- and long-term elements
- goal setting meetings should be held

- timelines must be made
- the individual and, where appropriate, family members and carers should be included in discussions.

Intensity of stroke rehabilitation

It is necessary to help people with acute stroke to sit, stand or walk as soon as their clinical condition allows. If the person needs help getting out of bed, standing, or walking, high-intensity mobilization is not recommended in the first 24 hours after the onset of symptoms (12). It is thought that early high-intensity mobilization may be appropriate in some situations where people require minimal assistance to move, such as those who have had a mild stroke or who experience only language and/or upper extremity dysfunction. Need-based rehabilitation is usually started in the subacute period after stroke. This should be at least 3 hours a day, at least 5 days a week, and include a range of multidisciplinary therapies, including physiotherapy, occupational therapy and speech and language therapy (12). However, it is also important to emphasize that therapy should be provided for as little or as long as the person needs and tailored to their needs, to ensure that they get the most out of rehabilitation. Previous guidelines recommended at least 45 minutes of physiotherapy 5 days a week. However, evidence reviewed for the 2023 National Institute for Health and Care Excellence (NICE) update found that more intensive physiotherapy improved quality of life and activities of daily living. The optimal intensity of physiotherapy has been shown to be 1 to 2 hours per day, at least 5 days per week; However, there may be days when the person cannot attend treatment for the full duration. Evidence has also shown that people who have had a stroke (and their families and carers) find that

more intensive physiotherapy helps them recover faster, especially when applied in the first 6 months after stroke. According to the NICE guideline, it has also been agreed that, if needed, longer physiotherapy sessions can be included in the recommended total therapy of at least 3 hours per day (11).

Telerehabilitation

Telerehabilitation is an emerging field that holds great promise for revolutionizing the delivery of rehabilitation services. Defined as a branch of telecommunication that uses technologies such as the Internet, this technology facilitates remote interaction between healthcare providers and patients by overcoming geographical barriers. This method has proven invaluable in patient assessment, counseling, and treatment in a variety of medical fields, including physical therapy, speech therapy, psychotherapy, and occupational therapy. Particularly beneficial for individuals with disabilities or those unable to access traditional healthcare facilities, telerehabilitation also alleviates time and cost constraints associated with travel. If telerehabilitation (telephone, video conferencing) is the person's preferred option, its use, both alone and as an adjunct to face-to-face sessions, has been shown to be beneficial in improving quality of life and activities of daily living. As with face-to-face therapy, telerehabilitation should aim to meet the goals agreed upon by the individual with his or her therapist (17,18).

Cognitive functioning

Cognitive dysfunction is a component of post-stroke sequelae and restricts or affects participation in functional activities of daily living. In addition to having significant impacts on the

individual diagnosed with a stroke, family members, caregivers, and the community also experience the effects of post-stroke cognitive impairment. It is estimated that approximately 60% of individuals have cognitive impairments as a result of stroke during the acute stages of recovery, and those with mild deficits have the highest recovery rate (19,20). In cases where cognitive impairment is identified, a detailed assessment is conducted using valid, reliable and responsive tools before designing a treatment program. Education and support is provided to people after stroke, their families and carers, to help them understand the scope and impact of cognitive impairments, recognizing that these may change over time and in different settings. Given the high incidence of stroke and the significant impacts of resulting cognitive impairment, there is a significant need for evidence-based interventions and multidisciplinary efforts to facilitate return to independence, work, and participation in functional aspects of daily life. Cognitive rehabilitation addresses skills in cognitive areas such as attention, memory and executive functions and how these affect functionality and safety (21,22). Therapeutic interventions for cognitive rehabilitation include traditional cognitive rehabilitation, computer-assisted cognitive rehabilitation (CACR), and virtual reality (VR)-based cognitive rehabilitation. Traditional cognitive rehabilitation typically involves an occupational therapist working one-on-one with patients to improve their attention, memory, visual perception, and problem-solving abilities. CACR uses a computer system for cognitive rehabilitation, similar to traditional cognitive rehabilitation but tailored to each patient's level. While VR-based cognitive rehabilitation provides visual-spatial stimuli similar to real-life

experience, it also has different features such as immersion, interaction and realism (23,24).

Psychological functioning

When choosing any intervention for problems with emotional functioning, the type or complexity of the person's neuropsychological presentation and relevant personal history should be taken into account. It is necessary to support and educate people, their families and carers to help them emotionally adapt after stroke, recognizing that their psychological needs may change over time and in different environments. If new or persistent changes in mood or emotional difficulties are detected during the person's 6-month or annual stroke review, they should be referred to appropriate services for detailed evaluation and treatment (25,26).

Vision

Many people have vision problems after a stroke. Significant problems initially overlooked are often identified at a later stage, but by this time they may have affected the person's quality of life and ability to fully participate in stroke rehabilitation. Vision problems also pose potential safety risks, including the possibility of a driving accident. Eye movement therapy is recommended for people who continue to have post-stroke hemianopsia (blindness in one half of the visual field of one eye or both eyes) (27,28).

Hearing

People should be screened for hearing problems within the first 6 weeks after a stroke. Many people experience hearing problems after a stroke that often go unnoticed, and this can significantly impact their quality of life and ability to participate in

rehabilitation. It may be difficult to do this adequately early on, when the person's condition may be unstable and they may be in a noisy hospital environment. Additionally, involving family and caregivers during screening can often help identify hearing problems (29).

Mouth care

Oral hygiene of people after stroke is evaluated. Patients should brush their teeth and gums at least twice a day. If necessary, mouthwash and oral gels with antibacterial and antifungal properties are used. Poor oral hygiene can lead to an increase in significant problems, including aspiration pneumonia. Although the type and frequency of oral care varies between studies, people who receive a standard oral hygiene regimen have been shown to have reduced mortality rates. Some studies have also reported that oral care interventions reduce the incidence of pneumonia, gingivitis, and oral infection (30).

Swallowing

Swallowing is evaluated in people after stroke. People experiencing dysphagia, their families and caregivers are informed about what the condition is and its risks, and are supported in eating and drinking as safely as possible. Changing their fluid intake (taking small sips or drinking thickened liquids), changing their diet (changing the texture of food), adapting the way food and drink are served (serving food with different cutlery), using individually appropriate compensatory strategies and maneuvers (e.g. Mendelsohn maneuver), behavioral exercises (e.g. holding the chin against resistance) are recommended at least 5 days a week. They are given training on how to help someone who is coughing or

choking while eating or drinking. If the person has dysphagia and cannot take tablets, their need for the medication is reviewed and, if still needed, it is necessary to change its formulation or route of administration. Behavioral exercises have been reported to be effective in reducing mortality, chest infections, and aspiration caused by dysphagia and may help people return to normal nutrition. Studies recommend that it be applied for an average of 30 minutes a day, 5 days a week, for 2 to 4 weeks, in the acute and subacute periods after stroke. There are studies showing that neuromuscular electrical stimulation (NMES) improves quality of life, reduces dysphagia and chest infections, and helps people return to normal nutrition (31,32).

Communication

Patients are screened for communication difficulties within 72 hours of the onset of stroke symptoms. Each stroke rehabilitation service should design a standard protocol to screen for communication difficulties. Speech and language therapists should evaluate patients for their potential to benefit from communication aids or other technologies (e.g., home-based computer therapies or mobile applications) and provide information about and encourage participation in community-based communication and support groups (such as those provided by voluntary organizations) (4). Additionally, providing individualized therapy for specific communication disorders such as aphasia or dysarthria, helping them use and improve their remaining language and communication skills after a stroke, teaching other methods of communication such as writing and using communication tools, providing support to those around the person after the stroke (such as family members,

caregivers, and health and social workers). coaching people (including care staff) in developing supportive communication skills to maximize the person's communication potential, helping people with aphasia or dysarthria, their families and carers adapt to their communication impairment, supporting people in rebuilding their identities, providing people with access to information that enables them to make decisions Supporting speech and language therapists is also their duty. The quality of evidence regarding computer-based tools for speech and language therapy varies. However, when interventions focused on word finding, clinically significant benefits were seen. (33,34).

Movement

People who have weakness in their trunk, upper or lower extremities, sensory impairment, or balance difficulties that affect their movements after a stroke should be included in a rehabilitation program.

-Motor rehabilitation

Strength training should be planned for people with muscle weakness after a stroke. This should include progressive strength development through increasing repetitions of bodyweight activities (e.g., sit-to-stand repetitions), lifting weights (e.g., progressive resistance exercise), or resistance exercises on machines such as stationary bikes. Motor rehabilitation is defined as a process that allows people with stroke to benefit from their motor functions, activity capacity and performance in daily life. Its aim is to improve their functionality, independence and participation. The course of motor recovery varies between patients and their stage of recovery.

Early behavioral restoration of motor function depends on spontaneous biological mechanisms. During motor rehabilitation, patients learn to optimize and adapt their motor, sensory, and cognitive functions through repetitive, goal-directed, progressive, task- and context-specific training at the appropriate dose. Motor rehabilitation supports people with stroke to maximize their health, well-being and quality of life (35,36).

-Wrist and hand splints

Wrist and hand splints are not routinely recommended for people with post-stroke upper extremity weakness. For people at risk (for example, people whose hands are immobile due to weakness or high muscle tone), wrist and hand splints should be considered for the following purposes.

- Maintaining joint space, soft tissue length and alignment
- Increasing soft tissue length and passive range of motion
- Facilitate function (e.g. a hand splint to aid grip or function)
- To assist with grooming or hygiene (e.g. providing access to the palm)
- Improving comfort (for example, using a palm guard to keep nails away from the palm).

Wrist and hand splints used by people after a stroke should be worn by appropriately trained healthcare professionals. The individual, family members, and caregivers should be taught how to put on and remove the splint, how to care for it, and how to monitor for signs of redness and skin breakdown (37).

-Ankle orthoses

Ankle-foot orthoses should be considered for individuals who have difficulty with swing phase foot clearance (e.g. tripping and falling) or stance phase control (e.g. knee and ankle collapse) after stroke. The effectiveness of the ankle-foot orthosis for the individual should be evaluated in terms of comfort, speed and ease of walking (38).

-Electrical stimulation therapy for the upper limb

People should not be offered routine electrical stimulation of their hands or arms after a stroke. For people who have evidence of muscle contraction but are unable to move their arm against resistance, electrical stimulation therapy should be considered as part of a comprehensive rehabilitation program. If it is determined that the person's strength and ability to perform functional tasks (e.g., maintaining range of motion or improving grasping and releasing) have improved, electrical stimulation therapy should be continued (11).

-Robot assisted arm training

Robot-assisted arm training should not be offered as a routine part of an upper extremity rehabilitation program. Extensive studies have shown that robot-assisted arm training can increase arm strength, including grip strength. However, there is insufficient evidence that the clinical benefits of using such devices outweigh the benefits obtained with physiotherapy of similar intensity. Evidence has also found that robot-assisted arm training does not improve arm function or the ability to complete daily activities. Studies have not demonstrated any other benefits of using these devices, such as

improving quality of life or activities of daily living or improving cases of spasticity. These devices are expensive to purchase and maintain, and studies have shown that their use is not cost-effective (11).

-Walking therapies and group circuit training

People who can walk with or without assistance after a stroke should be given walking training to help them build endurance and move faster. In addition to gait training, a group circuit training program may be considered that provides:

- Must include an educational element (advice on self-management, preventing falls, or avoiding further strokes by controlling blood pressure and cholesterol levels)
- Must include interaction with other participants to create an environment of peer support

People who participated in programs that included an educational element showed greater improvements in walking and balance than those who participated in programs that did not include an educational element. Evidence shows that peer support helps people know what to expect from rehabilitation, share solutions to problems, and become more involved in therapy. In general, studies have shown that group circuit training, with or without a training element, improves 6-minute walk test scores (a measure of how far a person can walk). In general, some evidence has suggested that people can walk faster and have an easier time completing daily tasks after participating in group circuit training (11)

-Electromechanical- and robot-assisted gait-training

Electromechanical and robot-assisted walking training devices are used in rehabilitation. Although the probability of achieving independent walking in people who receive electromechanically assisted walking training with post-stroke physiotherapy seems higher than in people who receive walking training without these devices, the evidence is insufficient. It is thought that people who cannot walk in the first three months after a stroke will benefit most from such interventions. The role of device type remains unclear, and further research should be conducted to address specific questions about the most effective frequency and duration of electromechanically assisted gait training and how long any benefits will last. It is thought that it is more appropriate to offer electromechanical gait training to people after stroke only in the context of a research study (39,40).

-Electrical stimulation for lower extremities

Current evidence on the safety and effectiveness (in terms of improving gait) of functional electrical stimulation (FES) for foot drop of central neurological origin appears sufficient to support the use of this procedure, provided the normal regulations for clinical management, consent and approval are in place (11,41).

-Mirror therapy for upper or lower limbs

Mirror therapy may be considered in addition to rehabilitation programs for people with muscle weakness in their upper or lower extremities after a stroke. If possible, mirror therapy should be started within the first 6 months after the stroke and should be held for approximately 30 minutes, at least 5 times a week for 4

weeks. Studies have shown that mirror therapy leads to better outcomes in people after stroke, especially in activities of daily living, and this remains the case after 6 months of follow-up. It has also been suggested that mirror therapy can be used in addition to the person's existing rehabilitation program for the upper and lower extremities (11).

-Music therapy

The evidence for music therapy and interventions suggests that they may provide some benefit but is too limited to recommend their use (11).

Shoulder pain

People after stroke, their families and caregivers should be informed about how to prevent pain or trauma to the shoulder if there is a risk of developing shoulder pain (for example, if there is upper extremity weakness and spasticity), and the person's position should be adjusted.

One or more of the following options may be used to manage shoulder pain:

- Taping
- Neuromuscular electrical stimulation (NMES)
- Intra-articular corticosteroid injection
- Nerve block
- Treatment of neuropathic pain

Post-stroke shoulder pain can be caused by a variety of factors (e.g., glenohumeral joint subluxation, spasticity of the

shoulder muscles, impingement, soft tissue injury, rotator cuff tear, glenohumeral capsulitis, or biceps tendinitis), and these may change over time (42,43).

Spasticity

Post-stroke people, their families and caregivers should be provided with information about spasticity, including details about what it is and what may make it better or worse. It is evaluated whether post-stroke spasticity is focal (that is, affecting a specific limb or part of a limb) or general. One or more of the following is considered as part of a targeted plan to manage focal or generalized spasticity:

- Stretching exercises
- Splint when necessary
- Advice on identifying and managing factors that trigger spasticity
- Botulinum toxin A is licensed for focal spasticity. It has been found to be both cost-effective and beneficial in terms of both reducing spasticity in the upper extremity and improving activities of daily living. There is insufficient clinical evidence to recommend botulinum toxin A for lower extremity spasticity.
- Three forms of electrical stimulation therapy (FES, NMES, TENS) have been studied for focal spasticity. All have been found to reduce spasticity and improve the ability to use the affected limb compared with

usual care. However, the improvements seen in the studies are modest, and the benefits of these treatments have been reported to last less than 6 months. There is not enough data to choose one treatment over another.

- Although there is limited evidence regarding general spasticity treatments, it is reported that oral baclofen and tizanidine are frequently used. The use of oral baclofen is more common and may be an option for general spasticity, but there is consensus that its use should be closely monitored as it can sometimes be too effective in reducing muscle tone and may impair function more than the original spasticity. Tizanidine is not primarily recommended because the evidence is limited, of low quality, and does not report any clinically significant benefit. It should be noted that some stroke patients may need intrathecal baclofen due to their difficult-to-manage spasticity, but there is not enough evidence to recommend treatments (44,45).

Self-care

After a stroke, occupational therapy should be provided to people who are likely to benefit from it and difficulties in daily living activities should be eliminated. Therapy may consist of restorative or compensatory strategies.

- Restorative strategies may include:

-Encouraging people with hemisensory attention deficit (difficulty detecting or acting on information on one side of their personal field) to attend to the neglected side

-Encouraging people with arm weakness to use both arms

-Establishing a dressing routine for people whose conditions make dressing problematic, such as impaired concentration, hemisensory attention deficit, or dyspraxia (difficulty in planning and executing movement).

- Compensatory strategies may include educating people about:

- Dressing with one hand

- Using devices such as bathing and dressing aids

People who have difficulty with activities of daily living after a stroke should be regularly monitored and treated by occupational therapists who have basic skills and are trained in the analysis and management of activities of daily living. Treatment should continue until the person's condition stabilizes or progresses independently.

-Return to work; Problems returning to work after a stroke should be identified as soon as possible.

- It is necessary to determine the physical, cognitive, communication and psychological demands of the job.

- It is necessary to identify the presence of any problems that affect job performance (e.g., physical limitations, anxiety, fatigue that prevents attendance at work all day, cognitive impairments that prevent multitasking, and communication problems).

- Interventions may need to be adapted (e.g., teaching strategies to support multitasking or memory difficulties, teaching the use of voice-activated software for people with writing difficulties, and offering job simulations).

Workplace visits and liaison with employers may be required to make reasonable adjustments, such as the provision of equipment and a phased return to work.

Long-term health and social support

Post-stroke individuals, their families, and caregivers should be informed so that they can recognize conditions such as frequent falls, spasticity, shoulder pain, and urinary incontinence. Patients should be encouraged to focus on life after stroke and helped to achieve their goals.

- They should be informed about voluntary organizations that can support them.

- Help them participate in community activities such as shopping, civic engagement, sports and leisure, visiting places of worship and joining stroke support groups.

- Their social roles should be supported in work, education, volunteering, leisure activities, family and sexual relationships.

References

1. Feigin, V. L., & et al. (2022). World Stroke Organization (WSO): Global Stroke Fact Sheet 2022. *Int J Stroke*, 17(1), 18-29. doi: 10.1177/17474930211065917.
2. Wafa, H. A., & et al. (2020). Burden of stroke in Europe: thirty-year projections of incidence, prevalence, deaths, and disability-adjusted life years. *Stroke*, 51, 2418–2427.
3. Maier, M., Ballester, B.R., & Verschure, P.F.M.J. (2019). Verschure Principles of neurorehabilitation after stroke based on motor learning and brain plasticity mechanisms. *Front Syst Neurosci*, 17, 13-74. doi: 10.3389/fnsys.2019.00074.
4. G. Kwakkel, C., & et al. (2023). Motor rehabilitation after stroke: European Stroke Organisation consensus-based definition and guiding framework. *Eur Stroke J*, 8(4), 880-894. doi: 10.1177/23969873231191304.
5. Taşcıoğlu, F. (2005). Stroke Rehabilitation. *Journal of Turkish Cerebrovascular Diseases*, 11(2), 53-64.
6. Verschure, P.F.M.J., Santos, F.P.D., & Sharma, V. (2023). Redefining stroke rehabilitation: Mobilizing the embodied goal-oriented brain. *Curr Opin Neurobiol*, 83, 102807. doi: 10.1016/j.conb.2023.102807.
7. Joy, M.T. & Carmichael, S.T. (2020). Encouraging an excitable brain state: mechanisms of brain repair in stroke. *Nat Rev Neurosci*, 22, 38-53.
8. Feigin, V.L., & et al. (2022). World Stroke Organization (WSO): global stroke fact sheet 2022. *Int J Stroke*, 17, 18–29.

9.Shah, M.V. (2006). Rehabilitation of the older adult with stroke. *Clinics in geriatric medicine*, 22, 469-489.

10.Deborah, S., & et al. (2005). Factors Influencing Stroke Survivors' Quality of Life During Subacute Recovery. *Stroke*, 36, 1480–1484. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000170706.13595>.

11.[No authors listed] Stroke rehabilitation in adults. London: National Institute for Health and Care Excellence: Clinical Guidelines DP-2023 Oct 18 BTI. PMID: 38330156 Free Books & Documents. Review.

12.Duncan, P.W., & et al. (2005). Management of Adult Stroke Rehabilitation Care: a clinical practice guideline. *Stroke*, 36(9), 100-43. doi: 10.1161/01.STR.0000180861.54180.FF.

13.Krakauer, J.W., & Carmichael, S.T. (2017). Broken movement: the neurobiology of motor recovery after stroke. MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9310.001.0001>

14.Hanakawa, T., & et al. (2023). Macrostructural Cerebellar Neuroplasticity Correlates with Motor Recovery After Stroke. *Neurorehabil Neural Repair*, 37(11-12), 775-785. doi: 10.1177/15459683231207356.

15.Patel B.M., Vaghela, N., & Ganjiwale, D. (2017). Walking ability in stroke patients using knee gaiter and suspended walker for gait training. *J Family Med Prim Care*, 6(4), 795–797. doi: 10.4103/jfmpc.jfmpc_133_17

16.Rigual, R., Fuentes, B., & Díez-Tejedor, E. (2023). Management of acute ischemic stroke. *Med Clin (Barc)*, 7, 161(11), 485-492. doi: 10.1016/j.medcli.2023.06.022.

17.Lee A.C., & et al. (2024). Telerehabilitation in Physical Therapist Practice: A Clinical Practice Guideline from the American Physical Therapy Association. *Phys Ther*, 21: pzae045. doi: 10.1093/ptj/pzae045. Online ahead of print.

18.Agnihotri, S., & et al. (2024). Telerehabilitation: Exploring the Untapped Potential. *Cureus*, 1;16(4):e57405. doi: 10.7759/cureus.57405.

19.El Hussein, N., & et al. (2023). Cognitive impairment after ischemic and haemorrhagic stroke: A scientific statement from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, 54(6), e272–e291.

20.Tang, E. Y., & et al. (2018). Longitudinal effect of stroke on cognition: A systematic review. *Journal of the American Heart Association*, 7(2), e006443. 10.1161/JAHA.117.006443

21.Mulhern, M. (2023). Cognitive Rehabilitation Interventions for Post-Stroke Populations. *Dela J Public Health*, 31, 9(3):70-74. doi: 10.32481/djph.2023.08.012.

22.Laver K.E., & et al. (2017). Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst. Rev*, 11:CD008349. doi: 10.1002/14651858.CD008349.pub4.

23.Park, M., & Ha, Y. (2023). Effects of Virtual Reality-Based Cognitive Rehabilitation in Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *Healthcare (Basel)*, 29, 11(21):2846. doi: 10.3390/healthcare11212846.

24.Griffiths, M., Kontou, E., & Ford, C. (2023). Psychological support after stroke: unmet needs and workforce

requirements of clinical neuropsychological provision for optimal rehabilitation outcomes. *Br J Hosp Med (Lond)*, 2, 84(11):1-8. doi: 10.12968/hmed.2023.0289.

25.Broomfield, N.M., &et al. (2024). Post-stroke emotionalism: Diagnosis, pathophysiology, and treatment. *Int J Stroke*, 11, 17474930241242952. doi: 10.1177/17474930241242952. Online ahead of print.

26.[No authors listed] Evidence reviews for the clinical and cost-effectiveness of routine specialist orthoptist assessment: Stroke rehabilitation in adults (update): Evidence review C. London: National Institute for Health and Care Excellence (NICE); 2023 Oct. PMID: 38349977 Free Books & Documents.

27.Ionescu, A., & et al. (2023). Correlating Eye-Tracking Fixation Metrics and Neuropsychological Assessment after Ischemic Stroke. *Medicina (Kaunas)*, 25, 59(8):1361. doi: 10.3390/medicina59081361.PMID: 37629651

28.Sorbello, S., & et al. (2024). Meeting the need for post-stroke vision care in Australia: a scoping narrative review of current practice. *Disabil Rehabil*, 46(10), 1928-1935. doi: 10.1080/09638288.2023.2214743.

29.Ademoyegun, A.B., &et al. (2024). Hearing loss, gait and balance impairments and falls among individuals with sub-acute stroke: A comparative cross-sectional study. *Heliyon*, 22, 10(5):e26880. doi: 10.1016/j.heliyon.

30.[No authors listed] Evidence reviews for the clinical and cost-effectiveness of interventions to support oral hygiene for adults

after a stroke. Stroke rehabilitation in adults (update). Evidence review J. NICE Guideline, No. 236 London: National Institute for Health and Care Excellence (NICE); 2023 Oct. PMID: 38359152 Free Books & Documents.

31. Yang, C., & et al. (2023). Community-based group rehabilitation program for stroke patients with dysphagia on quality of life, depression symptoms, and swallowing function: a randomized controlled trial. *BMC Geriatr*, 20, 23(1):876. doi: 10.1186/s12877-023-04555-0.

32. Wang, L., & et al. (2023). Efficacy of Transcranial Direct Current Stimulation Combined with Conventional Swallowing Rehabilitation Training on Post-stroke Dysphagia. *Dysphagia*, 38(6), 1537-1545. doi: 10.1007/s00455-023-10581-2.

33. Cook, C.V., & Pompon, R.H. (2023). Lessons on Health Literacy and Communication in Post-Stroke Rehabilitation: A Primer and Proposal. *Delaware J Public Health*, 31, 9(3):44-49. doi: 10.32481/djph.2023.08.010.

34. Georgiou, A.M., & Kambanaros, M. Therapies and Challenges in the Post-Stroke Aphasia Rehabilitation Arena: Current and Future Prospects. *Medicina (Kaunas)*, 17, 59(9):1674. doi: 10.3390/medicina59091674.

35. Ahmed, I., & et al. (2023). Non-invasive Brain Stimulation Techniques for the Improvement of Upper Limb Motor Function and Performance in Activities of Daily Living After Stroke: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *Arch*

Phys Med Rehabil, 104(10), 1683-1697. doi: 10.1016/j.apmr.2023.04.027.

36.Smyth, C., & et al. (2023). To assess the effects of cross-education on strength and motor function in post stroke rehabilitation: a systematic literature review and meta-analysis. Physiotherapy, 119, 80-88. doi: 10.1016/j.physio.2023.02.001.

37.Kerr, L., Jewell, V.D., & Jensen. L. (2020). Stretching and Splinting Interventions for Poststroke Spasticity, Hand Function, and Functional Tasks: A Systematic Review. Am J Occup Ther, 74(5), 7405205050p1-7405205050p15. doi: 10.5014/ajot.2020.029454.

38.Drake, R., & et al. (2021). Ankle-foot orthoses improve walking but do not reduce dual-task costs after stroke. Top Stroke Rehabil, 28(6), 463-473. doi: 10.1080/10749357.2020.1834271.

39.Haolin, T., & et al. (2024). Efficacy of Daoyin combined with lower limb robot as a comprehensive rehabilitation intervention for stroke patients: a randomized controlled trial. J Tradit Chin Med, 44(3), 530-536. doi: 10.19852/j.cnki.jtcm.20240322.002.

40.Mehrholtz, J., & et al. (2020). Electromechanical-assisted training for walking after stroke. Cochrane Database Syst Rev, 22, 10(10):CD006185. doi: 10.1002/14651858.CD006185.pub5.

41.Purohit, R., Varas-Diaz, G., & Bhatt, T. (2024). Functional electrical stimulation to enhance reactive balance among people with hemiparetic stroke. Exp Brain Res, 242(3), 559-570. doi: 10.1007/s00221-023-06729-z.

42.Ito, D., & et al. (2024). Optimizing shoulder elevation assist rate in exoskeletal rehabilitation based on muscular activity indices: a clinical feasibility study. *BMC Neurol*, 9, 24(1):144. doi: 10.1186/s12883-024-03651-x.PMID: 38724916

43. Chae, J., & et al. (2007). Poststroke shoulder pain: its relationship to motor impairment, activity limitation, and quality of life. *Arch Phys Med Rehabil*, 88, 298–301. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.12.007>

44.Suputtitada, A., & et al. (2024). Best Practice Guidelines for the Management of Patients with Post-Stroke Spasticity: A Modified Scoping Review. *Toxins (Basel)*, 10, 16(2):98. doi: 10.3390/toxins16020098.PMID: 38393176

45.Bavikatte, G., & et al. (2021). Early Identification, Intervention and Management of Post-stroke Spasticity: Expert Consensus Recommendations. *J Cent Nerv Syst Dis*, 20, 13:11795735211036576. doi: 10.1177/11795735211036576.

