



HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ

Sağlık Bilimleri Fakültesi

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü

Fizyoterapi Seminerleri

2017(2)



EDİTÖRLER

Prof. Dr. Ayşe KARADUMAN

Doç. Dr. Özlem ÜLGER

Doç. Dr. Naciye VARDAR YAĞLI

Yar. Doç. Dr. Muhammed KILINÇ

Dr. Fzt. Selen SEREL ARSLAN

H.Ü.S.B.F. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Yayınıdır.

ISBN: 978-605-88879-1-6

"Bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırmalar Birimi tarafından desteklenmektedir."

Proje No: 013 D01 401 001

© 2017(2)

H.Ü.S.B.F. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Yayınıdır.

DİZGİ

Gözde KEMERÖZ USGURLU

gozde@uskur.com.tr

Uskur Yazılım

www.uskur.com.tr

ISBN

978-605-88879-1-6

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Ayşe Karaduman
Doç. Dr. Özlem Ülger
Doç. Dr. Naciye Vardar Yağlı
Yar. Doç. Dr. Muhammed Kılınç
Dr. Fzt. Selen Serel Arslan

DANIŞMA KURULU*

Prof.Dr. Tülin Düger
Prof.Dr. F. Gül Şener
Prof.Dr. Ayşe Karaduman
Prof.Dr. Hülya Arıkan
Prof.Dr. Nuray Kırdı
Prof.Dr. Fatih Erbahçeci
Prof.Dr. Filiz Can
Prof.Dr. Ayşe Livanelioğlu
Prof.Dr. Edibe Ünal
Prof.Dr. Türkan Akbayrak
Prof.Dr. Mintaze Kerem Günel
Prof.Dr. Kadriye Armutlu
Prof.Dr. Volga Bayrakçı Tunay
Prof.Dr. Sibel Aksu Yıldırım
Prof.Dr. Zafer Erden
Prof.Dr. Nilgün Bek
Prof.Dr. Öznur Yılmaz
Prof.Dr. Deniz İnal İnce
Prof.Dr. Nezire Köse
Doç.Dr. Özlem Ülger
Doç.Dr. Akmer Mutlu
Doç.Dr. İrem Düzgün
Doç.Dr. Tüzün Fırat
Doç.Dr. Semra Topuz
Doç.Dr. Songül Atasavun Uysal
Doç.Dr. Sevil Bilgin
Doç.Dr. Çiğdem Ayhan
Doç.Dr. Melda Sağlam
Doç.Dr. Naciye Vardar Yağlı

Doç.Dr. Serap Özgül
Doç.Dr. Muhammed Kılınç
Doç.Dr. Hande Güney Deniz
Doç.Dr. Gürsoy Coşkun
Doç.Dr. Gizem İrem Kınıklı
Doç.Dr. İpek Alemdaroğlu
Yrd.Doç.Dr. Ayla Fil Balkan
Öğr. Gör. Aydın Meriç
Dr. Fzt. Numan Demir
Dr. Fzt. Ebru Çalık Kütükcü
Dr. Fzt. Hilal Hotaman Keklice
Dr. Fzt. Yeliz Salcı
Dr. Fzt. Gülcan Harput
Dr. Fzt. Elif Turgut
Dr. Fzt. Gözde Yağcı
Dr. Fzt. Özgün Kaya Kara
Dr. Fzt. Aynur Demirel
Dr. Fzt. Selen Serel Arslan
Dr. Fzt. Ceren Orhan
Dr. Fzt. Ender Ayvat
Dr. Fzt. Pınar Kısacık

*Fizyoterapi Seminerleri e-kitabı mesleğimizin gelişmesine emek veren tüm fizyoterapistlere
ithaf edilmiştir.*

İçindekiler

Ampüte Rehabilitasyonunda Sanal Gerçeklik Uz. Fzt. Senem DEMİRDEL, Prof. Dr. Fatih ERBAHÇECİ.....	1
Obstrüktif Uyku Apnesi Sendromu Ve Pulmoner Rehabilitasyonu Fzt. Haluk TEKERLEK, Doç. Dr. Melda Sağlam.....	8
Kompleks Bölgesel Ağrı Sendromu'nda Kanıta Dayalı Fizyoterapi Yaklaşımları Fzt. Dilara ONAN, Doç Dr Tüzün FIRAT.....	16
Minimal İnvaziv Lumbal Cerrahi Yaklaşımları Sonrası Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Araş. Gör. Fzt. Yasemin ÖZEL, Doç Dr Özlem ÜLGER.....	24
Egzersiz Hormonu: İrisin Uzm. Fzt. Sercan Önal.....	34
Futbol Odaklı Olarak Sporda Alt Ekstremitte Kas Tendon Yaralanmaları Arş. Gör. Murat EMİRZEOĞLU.....	42
Pediyatrik Yaş Grubunda Çok Boyutlu Alt Ekstremitte ve Ayak-Ayak Bileği Ölçeğinin Geliştirilmesi Uzm. Fzt. Merve KARAPINAR, Doç. Dr. Tüzün FIRAT, Prof. Dr. Nilgün BEK.....	49
Ayağın Birinci Sırası Dr. Fzt. Pınar KISACIK.....	56
Yaşlılarda Az Görme ve Rehabilitasyonu Ar. Gör. Arzu DEMİRCİOĞLU, Doç. Dr. Songül ATASAVUN UYSAL	62
Yaşlılarda Vestibüler Rehabilitasyon Uzm. Fzt. Ülkü Kezban ŞAHİN, Prof. Dr. Nuray KIRDI.....	71
Yaşlılarda Plantar Somato Duyusal Sistem: Stokastik Rezonans Uzm. Fzt. Ayşe ABİT KOCAMAN, Prof. Dr. Nuray KIRDI.....	78
Multiple Skleroz'da İnsülin Direnci ve Egzersiz Uzm. Fzt. Zekiye İpek KATIRCI KIRMACI.....	84
Serebral Palsi'de Unutulan 6. Duyu Proprioepsiyon Uzm. Fzt. Bilge Nur Yardımcı.....	89
İnme Rehabilitasyonunda Uzun Dönem Prognoz İçin Erken Dönem Öngörüler ve Değerlendirmeler Fzt. Güngör Beyza ÖZVAR ¹ , Doç. Dr. Muhammed KILINÇ ²	97
Bel-Boyun Ağrısında Sanal Gerçeklik Ne Kadar Gerçekçi? Uzm. Fzt. Müzeyyen ÖZ, Doç. Dr. Özlem ÜLGER	103
Artrojenik Kas İnhibisyonu ve Rehabilitasyonu Uzm. Fzt. Ceyda SEVİNÇ.....	112
Mastektomi Sonrası Gelişen Lenfödemde Görülen Omuz Problemleri Uzm. Fzt. Emine BARAN, Uzm. Fzt. Esra ÜZELPASACI, Doç. Dr. İrem DÜZGÜN, Prof. Dr. Türkan AKBAYRAK	119
Kadınlarda Pelvik Taban Kaslarının Hipertonusuyla İlişkili Bozukluklar ve Fizyoterapisi Uzm. Fzt. Esra ÜZELPASACI, Uzm. Fzt. Emine BARAN, Prof. Dr. Türkan AKBAYRAK.....	129
Sanal Gerçeklik Rehabilitasyonu Fzt. İzel Demirhan ¹ , Doç. Dr. Muhammed KILINÇ ²	139

Ampute Rehabilitasyonunda Sanal Gerçeklik

Uz. Fzt. Senem DEMİRDEL, Prof. Dr. Fatih ERBAHÇECİ
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye
E-mail: sdemirdel@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Sanal gerçeklik son zamanlarda yaşamın birçok alanında yerini aldığı gibi rehabilitasyonun da bir parçası olmuştur. Farklı türlerde sanal gerçeklik cihazları birçok hastalığın tedavisinde kontrol edilebilir sanal çevre, standardizasyon, gerçek zamanlı geribildirim, çok sayıda tekrara izin vermesi, en önemlisi de motivasyon sağlaması özelliklerinden dolayı kullanılır. Ampute rehabilitasyonunda da değerlendirme, protez eğitimi, protez parçalarının uyumunun kontrolü, yürüyüş, denge ve fantom ağrısı rehabilitasyonu amaçlarıyla kullanılmaktadır. Günümüzde özellikle teknolojik protezler ile rehabilitasyonda sanal gerçeklik uygulamaları yaygınlaşmaktadır. Güvenli ve kişiye özel rehabilitasyona imkan sağlayan sanal gerçeklik sistemleri amputelerin fonksiyonelliğini artırmak, günlük yaşam aktivitelerini kolaylaştırmak ve böylece yaşam kalitesini artırmak amacıyla tercih edilebilecek seçeneklerdir.

Anahtar Kelimeler: Amputasyon, rehabilitasyon, sanal gerçeklik

ABSTRACT

Virtual reality has recently become a part of rehabilitation as well as being involved in many areas of life. Virtual reality devices in different genres are used because of their controllable virtual environment, standardization, real-time feedback, allowing multiple repetitions, and most importantly, motivating features in the treatment of many diseases. It is also used for evaluation, prosthetic training, control of adaptation of prosthetic parts, gait, balance and phantom pain rehabilitation in amputee rehabilitation. Recently virtual reality applications are becoming widespread especially in rehabilitation with technological prosthetics. Virtual reality systems that allow safe and personalized rehabilitation are options that can be preferred to increase the functionality of the amputees, facilitate daily life activities and thus increase the quality of life.

Key words: Amputation, rehabilitation, virtual reality.

1. GİRİŞ

Amputasyon kişinin yaşamını olumsuz şekilde etkileyen, fiziksel ve psikolojik açıdan bozuluklara yol açan bir durumdur (1). En sık karşılaşılan amputasyon sebepleri arasında travma, tümör, yaş ilerledikçe vasküler hastalıklar yer almaktadır (2). Ampute rehabilitasyonu yoğun çaba gerektiren bir süreçtir ve birçok faktörün dikkate alınması gerekmektedir. Son zamanlardaki teknolojik gelişmeler kişilerin daha fonksiyonel olmasını ve daha az aktivite limitasyonu ile karşılaşmasına yardım etmektedir. Teknolojinin ilerlemesiyle protez ile kinetik ve kinematik değerlendirmeler yapılabildiğinden dolayı daha iyi uyumlu protezler tasarlanabilmektedir (3). Protez eğitiminde, protezin kontrolü, ayakta dururken ve yürürken stabilitenin sağlanması çeşitli yöntemlerle sağlanmaya çalışılır (4). Eğitimle simetrik yürüyüşün sağlanması mobilite aktivitelerinde enerji tüketimini azaltmaktadır (5).

Son yıllarda sanal gerçeklik uygulamalarının rehabilitasyonda kullanımının arttığı görülmektedir. Sanal gerçeklik, egzersizler için uygun, ayarlanabilir, güvenli sanal çevrelerin oluşturulmasına izin verir. Tekrarlı pratik imkanı, duysal geribildirimlerle kişinin motivasyonunun sağlanması kişilerin tedaviye uyumunu artırarak motor rehabilitasyona katkıda bulunmaktadır (6, 7). Sanal gerçekliğin geleneksel rehabilitasyon programına eklenmesinin rehabilitasyon sonuçlarını iyileştirdiği birçok hastalık grubunda gösterilmiştir (8, 9). Sanal gerçeklik sistemleriyle biyomekanik yürüyüş analizi ve yürüyüş eğitimiyle kinematik parametrelerde iyileşme, enerji tüketiminde azalma, yürüyüş simetrisinde artma görülmüştür (10).

Bu yazıda, sanal gerçeklik uygulamalarının amputelerin performanslarının değerlendirilmesinde ve rehabilitasyonunda kullanımı üzerinde durulacaktır.

2. SANAL GERÇEKLİK

Sanal gerçeklik (SG); kullanıcılarına gerçekmiş hissi veren, bilgisayarlar tarafından oluşturulan dinamik bir ortamla karşılıklı iletişim olanağı tanıyan bir benzetim modelidir (11). Kullanıcının üzerinde işlem yapabildiği ve eşzamanlı yanıt alabildiği bilgisayardaki simülasyonudur. Güncel sanal gerçeklik ara yüzleri düz veya kavisli olan monitörler, başa monte ekranlar şeklinde olabilir. Bu cihazlar kişinin sanal çevreyle etkileşimini ve gerçek zamanlı geribildirim sağlar. Kullanıcıdan gelen bilgilerin ve algılayıcıların koordine hareketi sanal dünyayı tanımlar. Sanal çevre vücut hareketlerini izleme, kinematik bilgi sağlama, kullanıcıların geribildirimine ve terapistin girdisine dayalı olarak kullanıcının çevresini uyarılama yeteneğine sahiptir. Kişinin gerçek hayattaki görevlerine odaklanarak normal günlük deneyimlerini sanal çevrelerde gerçekleştirmesi sağlanabilir (12).

Son yıllarda sanal gerçekliğin birçok alanda kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu teknolojinin kullanımı için pratik uygulamalar havacılık eğitimi ve askeri uygulamalardan, cerrahların sanal gerçeklik sistemleri kullanarak cerrahi teknikler konusunda eğitilmesine kadar birçok alanı kapsamaktadır (13). Ayrıca sanal gerçeklik video oyunları, bilim kurgu filmleri, endüstriyel tasarım ve prototip geliştirilmesi veya nükleer alanların bakımını yapan işçilerin eğitiminde güvenlik ve ekonomik sebeplerle kullanılmaktadır. Tıp eğitiminde de sanal gerçeklik ile öğrencilerin sanal bir kadavra üzerinde sayısız denemeler yapabilmesi, önemli operasyonların önce sanal bir ortamda tecrübe edilerek tedavi sürecinin hastaya olan etkilerinin daha iyi anlaşılması sağlanabilir (11).

Gerçek dünyada görme, işitme, dokunma, algılama, koklama gibi duymalar aracılığıyla doğrudan çevre hakkında bilgi sahibi olunurken, bir sanal makine arayüzü aracılığıyla sanal dünyayla ilgili bilgi edinmek için de aynı duymalar kullanılır. İnsan-makine arayüzü, kullanım için seçilen cihazların türüne bağlı olarak bir veya daha fazla duyuya özgü bilgi sağlayabilir. Bazen sanal gerçeklikle verilen duysal girdiler, gerçek dünyadaki girdilerle kombine edilerek santral sinir sistemine hibrid duysal girdiler sağlanabilir (13).

Farklı amaçlarla farklı türde sanal ortamlar yaratmak için çeşitli donanımlar kullanılabilir. Daha yoğun sanal ortamlar, kullanıcıya ortamın gerçek ve 3 boyutlu olduğunu hissettirir. Daha az sürükleyici sanal ortamlar ise varoluş duygusundan daha az şey sağlar ve bir pencereden bir sahnedeki manzaraya bakmaya benzer. Birçok yönden daha kullanışlı olduğu görülen sürükleyici sanal

ortamlar kişide bir takım siber rahatsızlıklara da yol açabilir. En yaygın görülen siber rahatsızlıklar mide bulantısı, baş dönmesi, baş ağrısı, uyku hali, denge kaybı ve değişen el göz koordinasyonudur (13).

Sanal gerçeklikte kullanılan ekranlar 2 boyutlu veya 3 boyutlu olabilir. İki boyutlu bilgisayar monitörlerinde görüntü, 3 boyutlu ekrandaki kadar gerçekçi değildir. Monitör olarak sıvı kristal ekran (LCD) projektörünün ve geniş duvar ekranının kullanılması kullanıcının derinlik algılama hissini ve böylece varlığını hissetmeyi artırır. Bu sistemlerde terapist ve hastanın aynı anda aynı görüntüyü izlemesi kolaydır. Kullanım kolaylığı, ucuzluğu ve daha önce bu sistemlerle meydana gelen siber hastalık belirtilmemiş olması avantajlarıdır. 3 boyutlu sistemlerde ise başa monte ekranlar veya geniş ekranlı stereo projeksiyon sistemleri kullanılabilir. Arayüz cihazı olarak en çok kullanılan fare, joystick gibi cihazlara ek olarak hareket kinematığı ve dokunma, basınç veya kuvvet gibi duysal geribildirim olanak tanyacak çeşitli cihazlar da kullanılabilir. Hareket analizi sistemleri, hareketlerin sanal çevrede simülasyonunu elde etmek için kullanılabilir. El hareketlerinin detaylı analizini elde etmek için özel eldivenler kullanılabilir (13).

3. REHABİLİTASYONDA SANAL GERÇEKLİK

Rehabilitasyon alanında sanal gerçeklik henüz gelişmekte olan bir uygulamadır. SG gerçek zamanlı geribildirim sağlar ve rehabilitasyon ilerledikçe görevlerin de zorlaşmasına izin verir. İnteraktif ve eğlenceli bir biçimde motor fonksiyonda iyileşmeler ortaya çıkarır. Sanal gerçeklikte pratiklerin yoğunluğunun ve duysal geribildirimlerin ayarlanabilmesi uygun ve bireyselleştirilmiş, gerçek hayat gibi bir motor eğitim sağlar (12). Gerçek faaliyetler taklit edilerek oluşturulan sanal ortamlarda güvenli bir eğitim sağlanır (14). Sanal gerçeklik kullanılarak motor rehabilitasyon teknikleri uygulandığında sanal gerçekliğin yürüme rehabilitasyonunda kullanılabileceği anlaşılmıştır (13). Sanal gerçeklikle ilgili çalışmalar rehabilitasyonda bu sistemin çok sayıda tekrara izin vererek ve gerçek zamanlı geribildirimlerle katılımcıları motive ederek etkili bir öğrenme ile yürüyüş ve fonksiyonu iyileştirdiğini göstermişlerdir (15, 16).

Bir becerinin kazanılması çok sayıda tekrarlı denemeye bağlıdır. Normal sinir sisteminde bu, görme, propriyosepsiyon gibi duymaların sağladığı performans başarısı ile ilgili geribildirim ile deneme yanılma uygulamasıyla başarılır. Fazla tekrarın sağlanması için kişinin iyi bir motivasyo-

na ihtiyacı vardır. Sanal gerçeklik bu geribildirim ve motivasyonu sağlayan bir sistemdir (13). Gerçek çevrede eğitim yerine neden sanal gerçeklik eğitiminin kullanıldığı araştırmacılar tarafından tartışılmalı bir konu olmuştur. Görevleri kolaylaştırması, daha az tehlikeli, daha fazla özelleştirilmiş, daha eğlenceli bir ortamda öğrenmenin daha kolay olması, standardizasyon, tekrarlanabilirlik ve kontrol edilebilirlik özellikleri rehabilitasyon için önemli avantajlardır (13, 17). Kişinin motor görevi sanal çevrede öğrenip bu motor öğrenmeyi gerçek çevreye uyarlaması sağlanabilir. Özellikle motor öğrenmenin ilk fazlarında ayna nöronların aktivasyonunu uyandırabilir. Premotor kortekste yer alan ayna nöronlar yapılan bir hareket izlendiğinde aktive olurlar. Sanal gerçeklikte bu mekanizmanın da öğrenmeyi kolaylaştırıldığı belirtilmiştir (13).

Sanal rehabilitasyon ortamı engelli kişilerin nispeten fiziksel özürlerinden bağımsız olarak, rampa inmek veya çıkmak gibi günlük aktivitelerin güvenli bir şekilde eğitimine olanak sağlar (18). Bu özellikleriyle sanal gerçeklik ampute rehabilitasyonunda kişilerin fonksiyonelliğini artıran ve günlük yaşam aktivitelerini iyileştirmeye yardımcı olacak verimli bir rehabilitasyon aracı olarak kullanılabilir (12).

4. ALT EKSTREMİTE AMPUTE REHABİLİTASYONUNDA SANAL GERÇEKLİK

Alt ekstremitte amputasyonu alt ekstremitte kas kuvvetinin azalması, dengenin bozulmasıyla birlikte önemli fonksiyonel limitasyonlara sebep olur, bu faktörler yürüyüşte de bozulmaya yol açar (14). Alt ekstremitte amputeleri için rehabilitasyonun temel amacı optimal yürüyüşü elde etmek ve başarılı bir şekilde topluma yeniden katılımın sağlanmasıdır. Ampute rehabilitasyonunda gelişmelerin ölçülmesine izin veren, etkili yöntemlere ihtiyaç vardır. Bu yöntemlerden biri de sanal gerçekliktir. Sanal gerçeklikle güvenli ve kişiye özgü rehabilitasyon sağlanabilir. Yeni geliştirilen protezlerin veya yardımcı teknolojilerin rehabilitasyon programına entegrasyonu sağlanabilir. Sanal gerçeklik sürekli bir eğitim programıyla rehabilitasyon ekibine yardımcı olur ve kişiyle geçirilen zamanın daha verimli geçmesine olanak sağlar (12).

4.1. Caren Sistem (Computer Assisted Rehabilitation Environment, Bilgisayar Destekli Rehabilitasyon Ortamı)

Çok yönlü, çoklu algılayıcılara sahip bir analiz

ve rehabilitasyon sistemidir. Yaklaşık olarak 2000 yılından beri kullanılmaktadır. Bu sistemde kuvvet plağı içeren treadmill, 6 serbestlik derecesi içeren hareket platformu, güvenlik için bağ sistemi veya yan raylar, çevreleyen büyük bir ekran, 3 boyutlu hareket analizi için kameralar bulunmaktadır ve D-Flow grafik bazlı programlama yazılımı ile sistemden alınan bilgilerin entegrasyonu sağlanarak geribildirim oluşturulmaktadır. Kişinin platform üzerindeki hareketlerinin analizi sonrası sanal çevre kişiye göre ayarlanabilir veya tam tersine kişinin sanal çevreye göre kendini ayarlaması sağlanabilir. Bu özellikleriyle kişiselleştirilmiş bir rehabilitasyon programına izin verir. Kontrollü ve güvenli bir çevrede objektif analize izin verir, gerçek zamanlı geribildirim sağlar ve oyun öğeleriyle birlikte katılımcıların motivasyonunu artırır. Yürüme eğitimi, protez ayarı ve denge eğitimi gibi rehabilitasyon faaliyetlerinin hepsi bu sistem ile gerçekleştirilebilir (19).

Sanal gerçeklik, amputeler ile sağlıklı kişilerin karşılaştırıldığı değerlendirme çalışmalarında kullanılabilir. Gates ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada transtibial amputasyonu bulunan kişilerle sağlıklı kişiler düz zeminde ve CAREN treadmillde yürümüşler, her iki grupta da CAREN’de yürürken adım süresi azalmış, adım genişliği değişkenliği artmış olarak bulunmuş, kinematik verilerde ve diğer zaman mesafe karakteristiklerinde anlamlı bir değişiklik olmamıştır. Bu çalışma ile CAREN treadmillde yürüyüşün yeterince düz zemindeki yürüyüşe benzediği görülmüştür (20). Sinitski ve arkadaşları ise sağlıklı kişilerin ve transtibial amputelerin kendi hızlarında ve sabitlenmiş hızdaki treadmillde düz zemin, rampa ve engebeli zemin senaryolarında park benzeri sanal çevrede yürürken zaman mesafe karakteristikleri ve kinematik değerlerini kaydetmiş, belirlenmiş hızda yürüyüş adım uzunluğunda artış gibi kompansasyonlarla gerçekleşeceği için sanal ortamda test veya eğitim esnasında kendi seçtikleri hızın kullanılması önerilmiştir (21).

CAREN sistem alt ekstremitte amputelerinde denge değerlendirmesi için de kullanılmıştır. Sağlıklı kişilerle alt ekstremitte amputelerinin hareketli platform üzerinde denge kontrolünün değerlendirildiği çalışmada amputelerin etkilanmemiş bacaklarında sağlıklı kişilere göre yer reaksiyon kuvvetlerinde ve basınç merkezi yer değişimlerinde artış olduğu saptanmıştır. Bu da amputelerin dengeyi bozucu sarsıntılarla baş edebilmek için daha çok etkilanmemiş bacaklarını kullandıklarını göstermektedir (22). Dengeyi bozan sarsıntılara verilen cevapları ölçmek için sanal gerçeklik ortamında treadmill hızındaki ani değişikliklere verilen cevapların araştırıldığı bir

çalışmada alt ekstremitte amputasyonu bulunan kişiler duruş fazındayken treadmill hızındaki ani artıştan sonraki ilk kompensatuar adım esnasında toparlanabilenlerin pik gövde fleksiyon açısı ve hızı toparlanamayanlara göre daha az bulunmuştur (23). Transtibial amputasyonu olan bireylere sanal gerçeklik ortamında uygulanan görev ve özgü düşme eğitimi programı düşme oranını azaltmak açısından uygulanabilir bulunmuştur. CAREN sistemle program ilerledikçe zorluk derecesi artan sarsıntılara yönelik verilen eğitimden sonra düşmenin önemli belirleyicilerinden olan sarsıntı sonrası ilk kompensatuar adım esnasında pik gövde fleksiyon açısı ve hızında anlamlı derecede azalma saptanmıştır (24).

CAREN sistemde sağlıklı kişiler ve transtibial amputelerin yürüyüş stabilitelerinin değerlendirildiği çalışmada mediolateral yönde perturbasyonlar uygulanmış, diz hareketleriyle kontrol edilen sanal işaretleyicilerle ekrandaki sanal hedefleri vurma olarak da yürüyüş adaptasyonu görevi verilmiştir. Amputelerin daha az adım sayısında, daha yavaş ve daha geniş adımlarla yürüdükleri görülmüş, perturbasyonlara cevap olarak her iki grupta da adım uzunlukları azalmış, kadans ve adım genişliği artmış olarak bulunmuş, yürüyüş adaptasyonu görevinde her iki grupta adım uzunlukları azalmış, adım genişliği artmış, kadansı ve yürüyüş hızı değişmemiştir. Sanal gerçeklik sistemiyle yapılan bu değerlendirmeye ile transtibial amputelerin yürüyüş stabilite ve adaptasyonunda sağlıklı kişilerle aynı stratejileri kullandığı görülmüştür (25).

CAREN sistemin ampute rehabilitasyonunda kullanıldığı çalışmalarda alt ekstremitte amputasyonu bulunan kişilerin yürüyüş hızında artma, adım genişliğinde azalma, adım simetrisinde artış, rampalı yollarda yürüme yeteneğinde artış, enerji tüketiminde azalma, frontal düzlemdeki gövde salınımlarında azalma, protez üzerinde pelvisin daha iyi pozisyonlanması gibi sonuçlar rapor edilmiştir (6, 7, 10). Alt ve üst ekstremitte amputasyonlarıyla beraber farklı kas iskelet sistemi problemleriyle karşılaşan savaş yaralanması olan kişilerde CAREN sistemin dengeyi geliştirme etkili olduğu görülmüştür (26). Sanal çevre alt ekstremitte amputasyonunda kendine güvenin gelişmesine de katkı sağlamaktadır (18).

4.2. Nintendo WiiFit™ Sistem

Nintendo WiiFit™ fiziksel aktivite oyun programı klinikte veya evde kullanılabilir bir sistemdir. Denge rehabilitasyonu için gerekli olan motor öğrenme sürecini çok sayıda pratik ve geribildirim özellikleriyle kolaylaştırır. Sistemde

kullanıcılar ekranda gördüklerine göre hareket ederler ve performanslarının gerçek zamanlı geri bildirimi sağlanarak hareket teşvik edilir. Denge eğitiminde bir iç odak noktasından daha üstün olduğu gösterilen harici bir odak noktası sağlar (27). WiiFit uygulaması kişilerin WiiFit denge platformu üzerinde durarak oyun ile etkileşimle lateral, posterior, anterior yönlerde ağırlık aktarma egzersizleri, dinamik tek ve çift bacak kuvvetlendirme egzersizleri, yoga ve aerobik egzersizleri içerir (28). Denge problemlerinde kullanılabilecek kullanışlı, eğlenceli bir sistem olduğu rapor edilmiştir (27).

WiiFit oyunları esnasında postüral kontrol stratejilerinin değerlendirildiği bir çalışmada futbol kafa vuruşu oyunu ve zigzag kayma oyunu esnasında mediolateral basınç merkezi yer değişimleri değerlendirilmiş, futbol kafa vuruşu oyununda denge kontrolü daha çok gövde stratejileriyle sağlanırken kayak oyununda daha çok alt ekstremitte denge stratejilerinin kullanıldığı görülmüştür (29).

Nintendo WiiFit'in alt ekstremitte amputasyonundan sonra uygulanabilirliğinin değerlendirildiği çalışmalarda bu sistemin yürüme kapasitesi ve fonksiyonel sonuçları iyileştiren, müdahale sonrası yorgunluk ve ağrının az miktarda olduğu, fiziksel aktivite düzeyinde artış sağlayan, yüksek uyum ve kabul edilebilirlik seviyesine sahip bir program olduğu rapor edilmiştir. Katılımcılar WiiFit'i kabul edilebilir, eğlenceli ve keyifli bulduklarını belirtmişlerdir (14, 28). Alt ekstremitte amputasyonu bulunan çocuk ve ergenlerde Wii Fit sistemle verilen 4 haftalık ev programı sonrası postüral kontrol karakteristiklerinde iyileşme olduğu, katılımcıların tedaviye uyum düzeylerinin çok iyi olduğu rapor edilmiştir (30).

5. ÜST EKSTREMİTE AMPUTE REHABİLİTASYONUNDA SANAL GERÇEKLİK

Üst ekstremitenin kaybı üst ekstremitelerin koordine hareketlerinde kayıp, eklem hareket açıklığında azalma, azalmış proprioseptif geribildirim ve estetik görünümde bozulmayla sonuçlanır. Tüm bu kayıplar protez rehabilitasyonu ile azaltılmaya çalışılır (31). Üst ekstremitte protez rehabilitasyonundaki zorluklardan biri, aynı anda birden fazla hareket serbestlik derecesini etkili bir şekilde kontrol etmek için güvenilir, bağımsız komut kaynakları sağlanmasıdır. Sanal gerçeklik, prototip cihazları ve kontrol stratejilerini hızla geliştirmek ve değerlendirmek ve kişileri eğitmek için uygun bir yöntem olarak önerilmektedir. Protezin değişken yükler altındaki davranışının

modellenmesi ve kavranacak nesnelerin özelliklerinin tanımlanması gereklidir ancak sanal bir ortamda bir protezin fonksiyonelliğini göstermek için özel yazılımlar gereklidir. Bilgisayar donanımındaki ilerlemeler ve ticari video oyunlarında yaygın olarak kullanılan gerçek zamanlı fizik simülasyon yazılımının geliştirilmesi bu amaç için kullanılabilir bir seçenek olmuştur. Bu yazılımla yapılan sanal gerçeklik çalışmasında transhumeral protezin dinamiklerini ve çevreyle olan etkileşimlerini doğru bir şekilde simüle eden taşınabilir, düşük maliyetli ve kullanımı kolay sanal gerçeklik myoelektrik protez simülatörü geliştirilerek kutu ve blok testi uygulanmış ve bu simülasyon yönteminin amputelerin performanslarının değerlendirilmesinde ve eğitiminde kullanışlı bir yöntem olduğu bulunmuştur (32).

Üst ekstremité protez rehabilitasyonunda sanal gerçeklik; sanal çevredeki bir avatarın hareketlerinin kişi tarafından benimsenmesiyle oluşturulan görsel geribildirim ile kullanılabilir. Protez tasarımı aşamasında sanal gerçekliğin avantajları protez komponentlerinin ve fonksiyonun üç boyutlu bir ortamda görselleştirilmesi, kontrol algoritmalarının test edilmesi, ve protezin gerçek dünyada karşılaşılabilecek sınırlamalara yol açabilecek nesneler ile etkileşimlerinin araştırılmasına izin vermesidir (33). Sanal gerçeklik farklı protez tasarımlarının kullanımının öğrenilmesi amacıyla da kullanılır. Kuttuva ve arkadaşlarının myokinetik sinyallerle protez kontrolünün gerçekleştirildiği çalışmalarında önce kalan ekstremiteden alınan myokinetik sinyallerin sanal ortamdaki elin hareketlerini sağlamasıyla eğitim verilmiş, sanal gerçekliğin rehabilitasyon aracı olarak kullanımının hasta motivasyonunu da sağlayan uygun bir araç olduğu görüşüne varılmıştır (34).

Son zamanlarda üst ekstremité protezinin birçok hareket serbestlik derecesine sahip olduğu protez tasarımları geliştirilmektedir. Bu protezlerin kontrol şeması da daha az hareket serbestlik derecesine sahip olan basit cihazlardan daha karmaşık olmaktadır. Resnik ve arkadaşları da ayak ile kontrol, anahtar ile kontrol ve myoelektrik kontrol ile protez hareketlerinin sağlandığı bir üst ekstremité protezi tasarlamışlar ve sanal gerçeklik ortamında görsel geribildirim ile eğitim vermişlerdir. Bu eğitim yönteminin protez kontrolünü öğrenmek için iyi bir yaklaşım olduğu sonucuna varılmıştır (33). Bir başka çalışmada, sanal bir protez ile eğitimin fiziksel bir protezle yapılan eğitimle eşdeğer olduğunu gösterilmiştir (35).

6. FANTOM AĞRISI REHABİLİTASYONUNDA SANAL GERÇEKLIK

Amputasyon, fantom ekstremité ağrısı olarak bilinen, olmayan bir uzuv ile ilgili ağrılı hissi içeren istenmeyen yan etkileri ortaya çıkarabilir. Fantom ağrısının amputelerin %2-%80'inde görüldüğü rapor edilmiştir (36). Fantom ağrısının tedavisi zordur ve çoklu ilaç kullanımının dahi etkinliği yetersizdir (37). Hem klinik öncesi hem de klinik araştırmalarda yoğun çabalara rağmen, fantom ağrısı gelişiminin kesin süreçleri henüz anlaşılamamıştır. Önemli mekanizmalar nöroma oluşumu, iyon kanalları ve reseptör proteinlerindeki değişiklikler, sempatik aktivasyon, ektoptik deşarj gibi periferik mekanizmalar, glial hücrelerin aktivasyonu gibi spinal mekanizmalar ve talamusta, somatosensöriyel kortekste reorganizasyon olması gibi supraspinal mekanizmalardır (36, 38). Amputasyondan sonra meydana gelen deafferentasyonla birlikte sensorimotor kortekste meydana gelen reorganizasyonun derecesi ile fantom ekstremité ağrısı varlığı arasında ilişki bulunmuştur. Uygun olmayan kortikal yeniden yapılanmayı tersine çevirmek için yeni rehabilite edici yaklaşımlar araştırılmaktadır. Fantom ekstremitenin hareket kabiliyetini arttırmak ve böylece sensorimotor kortekste meydana gelen uygun olmayan plastisiteyi tersine çevirmek ve ağrıyı azaltmak amacıyla fantom ekstremitenin görsel sanal geribildirimle eğitimi önerilmiştir. Mercier ve arkadaşlarının yaptıkları, sağlam ekstremitenin hareketlerini videoya kaydedip dijital ortamda çevrilerek fantom ekstremitenin yerine koyulan bir aynaya yansıtılmasıyla oluşturulan sanal gerçeklik eğitiminde katılımcıların %63'ünde fantom ağrısında azalma rapor edilmiştir (39).

Sanal gerçeklikle fantom ağrısının rehabilitasyonu amacıyla genellikle kişinin kalan ekstremitesinin hareketlerinin sanal ekstremité hareketlerine dönüşmesiyle fantom ağrısında azalma sağlanır. Cole ve arkadaşlarının üst ve alt ekstremité amputelerinde bu yöntemle yaptıkları çalışmalarında fantom ağrısı düzeyinde Görsel Analog Skalasına göre 3 ve üzeri azalma rapor etmişlerdir (40). Sağlam ekstremité hareketlerinin modellenip sanal çevrede kişinin güdük hareketleriyle kontrol edilebilen sanal ekstremité hareketlerine dönüşmesiyle fantom ağrısı düzeyinde azalma saptanan çalışmalara rastlanmaktadır (41). Alphonso ve arkadaşları rezidüel ekstremiteden alınan yüzey EMG sinyalleriyle avatar ekstremitéyi hareket ettirdikleri sanal çevrede 30 dakikalık 20 seansın ardından sanal ekstremité hareketleri eğitimi sağlandığını ve fantom ağrısı düzeyinin azaldığını rapor etmişlerdir (42). Bu ça-

lışmalar sanal gerçeklik yöntemlerinin amputasyondan sonra meydana gelen fantom ekstremite ağrısında kullanılabilecek bir yöntem olduğunu göstermektedir.

7. SONUÇ

Teknolojik rehabilitasyon sistemlerinin yaygınlaştığı günümüzde sanal gerçeklik sistemleri, birçok hastalık grubunda olduğu gibi amputelerin rehabilitasyonunda da kullanılmaya başlanmıştır. Teknolojik protez tasarımlarının geliştirilmesinde, protez eğitiminde, objektif sonuç ölçümleri sağlanmasında sanal gerçeklik sistemleri yaygınlaşmaktadır. Çok sayıda tekrara izin vermesi ve duysal geribildirimler sağlaması, güvenli ve kişiye özel rehabilitasyon ortamı sunması sanal gerçeklik sistemlerinin avantajlarındandır. Sanal gerçeklik sistemleri kişilerin motivasyonlarını artırarak tedaviye uyumlarının sağlanmasını protezin daha etkin biçimde kullanımı ve fonksiyonelliğin artması açısından önemlidir. Alt veya st ekstremite amputasyonu bulunan kişilerde sanal gerçeklik etkili bir rehabilitasyon seçeneği olabilir.

8. TEşEKKüR

Katkılarından dolayı Uz. Fzt. Tezel Yıldırım şahan'a teşekkürlerimizi sunarız.

9. KAYNAKLAR

1. Dillingham TR, Pezzin LE, MacKenzie EJ. Limb amputation and limb deficiency: epidemiology and recent trends in the United States. *Southern medical journal*. 2002;95(8):875-84.
2. Moxey P, Gogalniceanu P, Hinchliffe R, Loftus I, Jones K, Thompson M, et al. Lower extremity amputations – a review of global variability in incidence. *Diabetic Medicine*. 2011;28(10):1144-53.
3. Fiedler G, Akins J, Cooper R, Munoz S, Cooper RA. Rehabilitation of People with Lower-Limb Amputations. *Current Physical Medicine and Rehabilitation Reports*. 2014;2(4):263-72.
4. Esquenazi A, DiGiacomo R. Rehabilitation after amputation. *Journal of the American Podiatric Medical Association*. 2001;91(1):13-22.
5. Mattes SJ, Martin PE, Royer TD. Walking symmetry and energy cost in persons with unilateral transtibial amputations: matching prosthetic and intact limb inertial properties. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2000;81(5):561-8.
6. Kruger SE, Bell JC, Schnall BL, editors. Virtual reality enhanced rehabilitation for a service member with bilateral lower extremity amputations: A case study. *Virtual Rehabilitation International Conference*, 2009; 2009: IEEE.
7. Kruger S. A virtual reality approach to gait training in service members with lower extremity amputations. *International Journal on Disability and Human Development*. 2011;10(4):313-6.

8. Yang Y-R, Tsai M-P, Chuang T-Y, Sung W-H, Wang R-Y. Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: a randomized controlled trial. *Gait & posture*. 2008;28(2):201-6.
9. Wiederhold B, Wiederhold MD. Evaluation of virtual reality therapy in augmenting the physical and cognitive rehabilitation of war veterans. *International Journal on Disability and Human Development*. 2006;5(3):211.
10. Darter BJ, Wilken JM. Gait training with virtual reality-based real-time feedback: improving gait performance following transfemoral amputation. *Physical Therapy*. 2011;91(9):1385.
11. Bayraktar E, Kaleli F. Sanal gerçeklik ve uygulama alanları. 2007.
12. D'angelo M, Narayanan S, Reynolds D, Kotowski S, Page S. Application of virtual reality to the rehabilitation field to aid amputee rehabilitation: findings from a systematic review. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. 2010;5(2):136-42.
13. Holden MK. Virtual environments for motor rehabilitation: review. *Cyberpsychology & behavior*. 2005;8(3):187-211.
14. Imam B, Miller WC, McLaren L, Chapman P, Finlayson H. Feasibility of the Nintendo WiiFit™ for improving walking in individuals with a lower limb amputation. *SAGE open medicine*. 2013;1:2050312113497942.
15. Deutsch J, Mirelman A. Virtual reality-based approaches to enable walking for people poststroke. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2007;14(6):45-53.
16. Dunning K, Levine P, Schmitt L, Israel S, Fulk G. An ankle to computer virtual reality system for improving gait and function in a person 9 months poststroke. *Topics in stroke rehabilitation*. 2008;15(6):602-10.
17. Morel M, Bideau B, Lardy J, Kulpa R. Advantages and limitations of virtual reality for balance assessment and rehabilitation. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*. 2015;45(4):315-26.
18. Moraal M, Slatman J, Pieters T, Mert A, Widdershoven G. A virtual rehabilitation program after amputation: a phenomenological exploration. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. 2013;8(6):511-5.
19. Collins J-D, Markham A, Reini S, Wolf E, Sessoms P. A systematic literature review of the use and effectiveness of the Computer Assisted Rehabilitation Environment for research and rehabilitation as it relates to the wounded warrior. *Work*. 2015;50(1):121-9.
20. Gates DH, Darter BJ, Dingwell JB, Wilken JM. Comparison of walking overground and in a Computer Assisted Rehabilitation Environment (CAREN) in individuals with and without transtibial amputation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2012;9(1):81.
21. Sinitski EH, Lemaire ED, Baddour N, Besemann M, Dudek NL, Hebert JS. Fixed and self-paced treadmill walking for able-bodied and transtibial amputees in a multi-terrain virtual environment. *Gait & posture*. 2015;41(2):568-73.
22. Vrieling A, Van Keeken H, Schoppen T, Otten E, Hof A, Halbertsma J, et al. Balance control on a moving platform in unilateral lower limb amputees. *Gait & posture*. 2008;28(2):222-8.
23. Sessoms PH, Wyatt M, Grabiner M, Collins J-D, Kingsbury T, Thesing N, et al. Method for evoking a trip-like response using a treadmill-based perturbation during locomotion. *Journal of biomechanics*. 2014;47(1):277-80.
24. Kaufman KR, Wyatt MP, Sessoms PH, Grabiner MD. Task-specific fall prevention training is effective for

- warfighters with transtibial amputations. *Clinical Orthopaedics and Related Research*. 2014;472(10):3076-84.
25. Hak L, van Dieën JH, van der Wurff P, Prins MR, Mert A, Beek PJ, et al. Walking in an unstable environment: strategies used by transtibial amputees to prevent falling during gait. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2013;94(11):2186-93.
 26. Everding VQ, Kruger SE, editors. Virtual reality enhanced balance training for service members with amputations. *Virtual Rehabilitation (ICVR), 2011 International Conference on*; 2011: IEEE.
 27. Meldrum D, Glennon A, Herdman S, Murray D, McConn-Walsh R. Virtual reality rehabilitation of balance: assessment of the usability of the Nintendo Wii® Fit Plus. *Disability and rehabilitation: assistive technology*. 2012;7(3):205-10.
 28. Imam B, Miller WC, Finlayson H, Eng JJ, Jarus T. A randomized controlled trial to evaluate the feasibility of the Wii Fit for improving walking in older adults with lower limb amputation. *Clinical rehabilitation*. 2017;31(1):82-92.
 29. Michalski A, Glazebrook C, Martin A, Wong W, Kim A, Moody K, et al. Assessment of the postural control strategies used to play two Wii Fit™ videogames. *Gait & posture*. 2012;36(3):449-53.
 30. Andrysek J, Klejman S, Steinnagel B, Torres-Moreno R, Zabjek KF, Salbach NM, et al. Preliminary evaluation of a commercially available videogame system as an adjunct therapeutic intervention for improving balance among children and adolescents with lower limb amputations. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2012;93(2):358-66.
 31. Michael JW, Bowker JH. *Atlas of amputations and limb deficiencies: surgical, prosthetic, and rehabilitation principles*: American Academy of Orthopaedic Surgeons; 2004.
 32. Lambrecht JM, Pulliam CL, Kirsch RF. Virtual reality environment for simulating tasks with a myoelectric prosthesis: an assessment and training tool. *Journal of prosthetics and orthotics: JPO*. 2011;23(2):89.
 33. Resnik L, Etter K, Klinger SL, Kambe C. Using virtual reality environment to facilitate training with advanced upper-limb prosthesis. *Journal of rehabilitation research and development*. 2011;48(6):707.
 34. Kuttuva M, Burdea G, Flint J, Craelius W. Manipulation practice for upper-limb amputees using virtual reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*. 2005;14(2):175-82.
 35. Bouwsema H, van der Sluis CK, Bongers RM. Learning to control opening and closing a myoelectric hand. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2010;91(9):1442-6.
 36. Hsu E, Cohen SP. Postamputation pain: epidemiology, mechanisms, and treatment. *J Pain Res*. 2013;6:121-36.
 37. Ehde DM, Czerniecki JM, Smith DG, Campbell KM, Edwards WT, Jensen MP, et al. Chronic phantom sensations, phantom pain, residual limb pain, and other regional pain after lower limb amputation. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2000;81(8):1039-44.
 38. Becker S, Diers M. Chronic pain: Perception, reward and neural processing. *Schmerz (Berlin, Germany)*. 2016;30(5):395.
 39. Mercier C, Sirigu A. Training with virtual visual feedback to alleviate phantom limb pain. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2009;23(6):587-94.
 40. Cole J, Crowle S, Austwick G, Henderson Slater D. Exploratory findings with virtual reality for phantom limb pain; from stump motion to agency and analgesia. *Disability and rehabilitation*. 2009;31(10):846-54.
 41. Murray CD, Pettifer S, Howard T, Patchick EL, Caillette F, Kulkarni J, et al. The treatment of phantom limb pain using immersive virtual reality: three case studies. *Disability and rehabilitation*. 2007;29(18):1465-9.
 42. Alphonso AL, Monson BT, Zeher MJ, Armiger RS, Weeks SR, Burck J, et al. Use of a virtual integrated environment in prosthetic limb development and phantom limb pain. *Stud Health Technol Inform*. 2012;181:305-9.

Obstrüktif Uyku Apnesi Sendromu Ve Pulmoner Rehabilitasyonu

Fzt. Haluk TEKERLEK, Doç. Dr. Melda Sağlam
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
E-mail: haluktekerlek@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Obstrüktif uyku apnesi sendromu (OSAS), kompleks patogenezi nedeniyle hem hastaları hem de sağlık profesyonellerini optimum tedavi seçeneği konusunda zorlayabilmektedir. Geçmişten günümüze yapılan çalışmalar, OSAS tedavisinde pozitif havayolu basınç (PAP) uygulaması, farmakoterapi gibi primer tedavi seçeneklerinin tek başına çözüm olmadığını göstermiştir. Primer tedavi ile birlikte uygulanan pulmoner rehabilitasyon, hastalara uzun dönemde fayda sağlamaktadır. Bu derlemede; OSAS ve pulmoner rehabilitasyona ilişkin konular ele alındı.

Anahtar kelimeler: Obstrüktif uyku apnesi sendromu, pulmoner rehabilitasyon, egzersiz

ABSTRACT

Obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) can challenge both patients and health professionals with optimal treatment options due to its complex pathogenesis. Recent studies have shown that primary treatment options such as positive airway pressure (PAP), pharmacotherapy in OSAS treatment are not the only solution. In addition to the primary treatment, pulmonary rehabilitation is beneficial in the long term. In this review; OSAS and pulmonary rehabilitation were discussed.

Key words: Obstructive sleep apnea syndrome, pulmonary rehabilitation, exercise

1. GİRİŞ

Obstrüktif uyku apnesi sendromu (OSAS), *International Classification of Sleep Disorders (ICSD-3)* sınıflamasına göre, Uyku ile ilişkili Solunum Bozuklukları başlığı altında yer almaktadır (1). OSAS; gündüz uyku hali, kognitif fonksiyonlarda bozukluk, yaşam kalitesinde azalma, ev, işyerleri ve motorlu araç kazaları risklerinin artması gibi durumlarla ilişkilidir. Ayrıca OSAS'ın çeşitli olumsuz kardiyovasküler sonuçlarla da ilişkili bağımsız bir risk faktörü olduğu öne sürülmüştür (2, 3).

2. OBSTRÜKTİF UYKU APNESİ SENDROMU

OSAS; uyku esnasında devam eden solunum çabasına rağmen hava akımının önemli derecede azalması (hipopne) veya tamamen kesilmesi (apne) ile sonuçlanan, üst havayolunun tekrarlı obstrüksiyonu ile karakterize bir sendromdur (4).

Konunun daha iyi anlaşılması için Türk Toraks Derneği (TTD) Obstrüktif Uyku Apne Sendromu

Tanı ve Tedavi Uzlaş Raporu' na (5) göre sendroma ilişkin bazı tanımlar aşağıda verilmiştir.

Apne: Üst havayollarında 10 sn veya daha fazla süre için hava akımının olmamasıdır. Obstrüktif, santral ve mikst apne olmak üzere 3 tipi bulunmaktadır.

Obstrüktif apne: Uyku sırasında sürekli ve artan solunum çabasına rağmen farengal hava akımının olmamasıdır.

Santral apne: Uyku sırasında solunum çabası ve farengal hava akımının olmamasıdır.

Mikst apne: Uyku sırasında başlangıçta hem üst havayolu akımı hemde solunum çabası olmasına rağmen, sonrasında sürekli ve artan solunum çabasının olmasıdır.

Hipoapne: Uyku sırasında başlangıçta göre; farengal hava akımının 10 sn veya daha fazla süre için %30 veya daha fazla oranda düşmesi, oksijen saturasyonunun %4 veya daha fazla oranda azalması ve arousalların görülmesidir.

Arousal: Uyku sırasında apne ve hipoapne olaylarının sonlanması ve havayolunun yeniden

açılması için, daha hafif uyku veya uyanıklık haline geçiştir.

Apne-Hipoapne İndeksi (AHI): Bir saatlik uyku sırasında ortaya çıkan apne ve hipoapne olaylarının toplam sayısıdır. Hafif düzeyde OSAS için AHI; 5 ile 15 arası, orta düzeyde OSAS için AHI; 15 ile 30 arası, ağır düzeyde OSAS için AHI; >30 olarak tanımlanmıştır.

3. RİSK FAKTÖRLERİ

3.1. Vücut Ağırlığı:

Obezite, OSAS için bilinen önemli bir risk faktörüdür. Yapılan çalışmalar obezite nedeniyle; faringeal yağ pedleri, dil, lateral faringeal duvarlar ve yumuşak damak gibi dokulardaki yağ depolarının artması sonucunda üst havayolu enine kesit alanında azalma ve havayolu kollapsibilitesinde artma ile OSAS arasındaki ilişkiyi göstermiştir (6-9).

3.2. Cinsiyet:

Cinsiyete göre prevalansa yönelik toplum temelli çalışmaların çoğunda kadınlar ile karşılaştırıldığında; erkekler için 2-3 kat daha fazla risk bildirilmiştir (10). Erkeklerde yağ dağılımının çoğunlukla boyun çevresi, üst gövde ve ekstremitelerde, kadınlarda ise alt gövde ve ekstremitelerde olması erkeklerde OSAS riskini artıran faktör olarak düşünülebilir (11, 12).

3.3. Yaş:

OSAS prevalansı orta yaşlı bireylerde istikrarlı bir artış gösterirken; çocukluk, ergenlik ve ileri yaş dönemindeki hastalarda OSAS'nin yaşla pozitif korelasyonunu bilinmemektedir. Ancak bazı çalışmalarda OSAS'nin 65 yaşından büyük kişilerde oldukça yaygın olduğu bulunmuştur (13).

3.4. Alkol, Sigara, Sedatif İlaç Kullanımı:

Alkol tüketiminin uyanık haldeki bireylerde akut dönemde nasal ve faringeal havayolu direncini artırıcı yönde etki ettiği bildirilmiştir (14). Bu etkisi nedeniyle alkol tüketiminin uyku sırasında obstrüksiyona neden olabileceği düşünülmektedir. Yatmadan önce belirli miktarda alkol verilen sağlıklı veya OSAS'lı bireylerde yapılan çalışmalarda alkolün, gece solunumu üzerinde hipoapne ve apne olaylarının süresinin ve sayısının artması gibi zararlı etkileri gösterilmiştir (15-17). Sigara kullanımı, hava yolu inflamasyonunu ve uyku instabilitesini artırarak (kandaki nikotin seviyesinin değişmesiyle ortaya çıkan *Rebound Etkisi*), sedatif ilaç kullanımı ise üst havayolları nöral aktivitesini deprese ederek OSAS için bir risk oluşturmaktadır (18, 19).

3.5. Genetik Faktörler:

Genetik faktörler de OSAS için risk faktörü oluşturabilmektedir. Yapılan bir çalışmada; retropalatal ve retroglossal lateral faringeal duvarlarda, yumuşak damakta ve total yumuşak doku hacmindeki artış ile OSAS'lı kardeşe sahip olmanın ilişkili olduğu bildirilmiştir (20). Ayrıca OSAS, genetik hastalıklarla da ilişkili olabilmektedir. Makroglossinin, trizomi 21'li hastalarda OSAS için bir risk faktörü olduğu gösterilmiştir (21).

4. KLİNİK ÖZELLİKLER

ICSD-3 kılavuzunda OSAS'ın semptomları ve sonuçları; gündüz uyku hali, yorgunluk, dindirmeyen uyku, insomni, hastanın uykusundan nefes durması veya kesilmesi ile uyanması, yatak partneri veya başka bir gözlemci tarafından tanıklı horlama, uykuda nefes durması veya her ikisinin tanımlanması, hastada hipertansiyon, koroner arter hastalığı, konjestif kalp yetmezliği, atrial fibrilasyon, inme, tip 2 diabetes mellitus,

Tablo 1: OSAS semptom ve sonuçları

Uyku Bozukluğuna Ait Semptomlar	Sistemik Semptomlar ve Sonuçlar
Horlama	Kardiyak aritmiler
Tanıklı apne	Sistemik hipertansiyon
Gündüz uykululuk hali	Miyokard infarktüsü
Yetersiz uyku	Serebrovasküler olay
Bilişsel bozukluklar	Pulmoner hipertansiyon
Karakter ve kişilik değişiklikleri	Polisitemi
İmpotans	Ani ölüm

duygudurum bozukluğu veya kognitif disfonksiyon bulunması olarak bildirilmiştir. Sendroma ait semptomlar TTD rehberinde uyku bozukluğuna ait semptomlar ve sistemik semptomlar ve sonuçlar olarak 2 grup altında incelenmiştir (5).

5. PATOFİZYOLOJİ

5.1. Anatomik ve Biyomekanik Faktörler

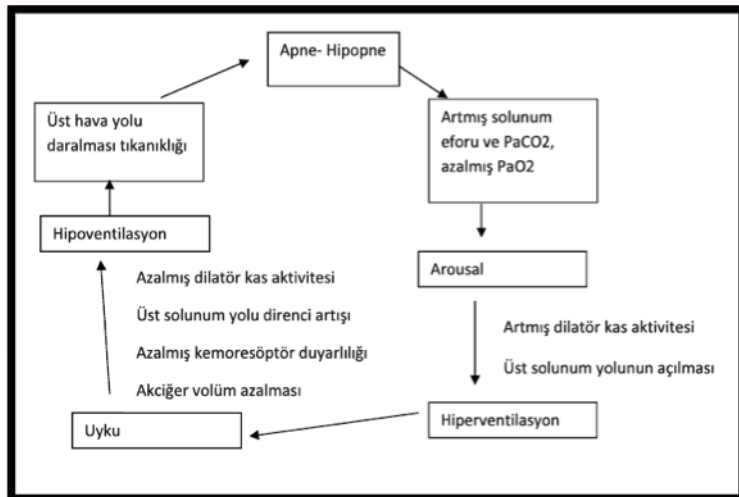
Üst havayolu havayolu lümenini açan ve kapatan fazla sayıda kaslardan, kemik, kıkırdak ve diğer yumuşak dokulardan meydana gelen; konuşma, yutma ve solunum gibi önemli fonksiyonları yerine getiren çok amaçlı kompleks bir yapıdır. Havayolunu açık tutmayı sağlayan; dilatör ve konstrüktör kas aktivitesi, havayolu anatomik yapısı, pozitif havayolu basıncı ve havayolunu kapatma yönünde etki gösteren; yerçekimi, negatif havayolu basıncı, dokuların yüzey gerilimi gibi faktörler arasındaki denge havayolu açıklığının korunması için güçler dengesini oluşturur. OSAS'lı bireylerde güçler dengesini sağlayan anatomik ve biyomekanik faktörlerde değişiklikler görülmektedir. Hastaların farengeal enine kesit alanının daraldığı ve daha küçük farengeal havayoluna sahip oldukları gösterilmiştir. Sefalometrik çalışmalar OSAS'lı bireylerde mandibula gövdesi uzunluğunda azalma olduğunu, hiyoid kemiğin aşağı doğru pozisyonunu ve maksillanın retropozisyonunu göstermiştir (22, 23). Bu hastalarda kafa ve yüz yapılarındaki farklılıklara ek olarak; dil, lateral farengeal duvarlar, yumuşak damak, farengeal yağ yastıklarında da genişleme gösterilmiştir (24, 25). Bu değişiklikler sonucunda, OSAS'lı bireyler açısından uyku sırasında apneik-hipoapneik olaylar kaçınılmaz olmaktadır.

5.2. Üst Havayolu Kas Aktivitesi ve Refleks Cevaplar

OSAS'lı bireylerin, sağlıklı bireyler ile karşılaştırıldığında artmış farengeal kas aktivasyonuna sahip oldukları belirtilmiştir (26). Bu doğrultuda hastalardaki bozukluklara cevap olarak nöromusküler koruyucu reflekslerin artmış olduğu da söylenebilir. Bu koruyucu refleksler aracılığıyla artmış üst havayolu kas aktivasyonu hastalarda uyanıklık durumunda havayolu açıklığını korur (27, 28). Ancak uykuya geçiş ile koruyucu refleks olarak görev yapan negatif basınç refleksi uykunun NREM evresinde azalır ya da kaybolur. Uyanıklık sırasında aktif olan ve üst havayolunun en önemli dilatör kası olan genioglossus kasının refleks aktivasyonunu sağlayan negatif basınç refleksindeki bu değişiklik, üst havayolu kas aktivitesini azaltarak havayolunun kapanma riskini artırır.

5.3. Arousal

Apne veya hipoapne durumunda görülen arosalların havayolu açıklığının yeniden sağlanması için önemli bir koruyucu mekanizma olduğu belirtilmiştir (29, 30). Bu mekanizmanın OSAS olan ve olmayan bireylerde benzer şekilde ortaya çıktığı; fakat bireylere arousala neden olacak aynı büyüklükte bir uyarı verildiğinde OSAS'lı bireylerde arousal olmaksızın solunumu düzenleme yeteneğinin daha az olduğu belirtilmiştir (31). Arousal ardından genellikle, artmış üst havayolu kas aktivasyonu ve ciddi solunum yanıtı ortaya çıkar (32). Ancak hastaların yeniden uykuya dalmasıyla başlayan ve tekrardan apne-hipoapne ile sonuçlanan kısır döngü Şekil 1'de gösterilmiştir. Arousalın, hava akımının ve oksijen saturasyonunun iyileştirilmesi için faydalı olurken, solunum

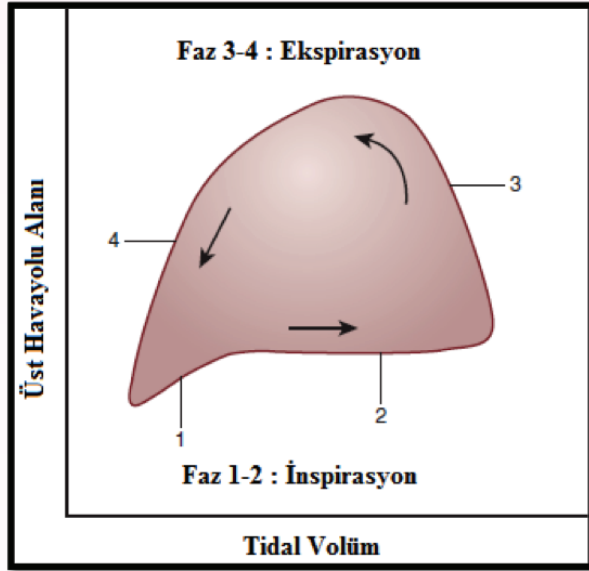


Şekil 1: Apne-hipoapne ve arousal döngüsü (5)

ve apne-hipoapne şiddeti üzerine olumsuz etkilerde bulunabileceği bildirilmiştir (33).

5.4. Akciğer Volümleri

Üst havayolu açıklığı ile akciğer volümleri arasındaki etkileşimin OSAS patogeneğinde önemli bir katkı sağladığı düşünülmektedir. Yapılan çalışmalarla; sağlıklı bireylerde uyanıklık ve uyku sırasında, akciğer hacmindeki değişiklikler ile üst havayolu açıklığından sorumlu mekanizmaların modüle edilebilir olduğu gösterilmiştir (34, 35). Ekspirasyonun erken fazında (Faz 3, Şekil 2) üst havayolu çapı, pozitif intraluminal basınca sekonder olarak artış gösterir (ekspirasyon sırasında üst havayolu dilatör kası aktif değildir) ve bu fazda üst havayolu çapı en geniş durumdadır (36). Ancak; ekspirasyon sonunda (Faz 4, Şekil 2) üst havayolu çapı en dar halini almaktadır. Ayrıca, akciğer hacmi düştüğünde diyafragma yukarı doğru hareket eder. Bu durumda üst havayolu üzerindeki kaudal traksiyon etkisi azalır ve üst havayolları kollaps olmaya daha meyilli hale gelir. Yapılan çalışmalarda artan ekspirasyon sonucu akciğer hacminin sağlıklı bireylerde havayolu kollapsibilitesini azalttığı ve OSAS'lı bireylerde solunum mekaniklerini geliştirdiği gösterilmiştir (37, 38).



Şekil 2: Akciğer volümleri ve üst havayolu alanı arasındaki ilişki (39)

6. TEDAVİ

OSAS tedavisinde altın standart tedavi metodu pozitif havayolu basınç (PAP) tedavisidir. Hastaların fizik muayeneleri, polisomnografik, radyolojik, endoskopik sonuçları ve diğer değer-

lendirmeleri göz önüne alınarak; bazı genel önlemler, farmakoterapi (40, 41), diyet programları (42), ağız içi araç uygulamaları (43), bariyatrik cerrahi (44) ve üst havayolu cerrahisi (45) tedavinin birer parçasını oluşturmaktadır. Bu yaklaşımlar ve pulmoner rehabilitasyon uygulamalarının yer aldığı kapsamlı tedavi programları ile OSAS'lı hastalarda olumlu sonuçlar elde edilebilmektedir.

6.1. Genel Önlemler

Risk faktörlerine yönelik alınabilecek genel önlemler tedavinin ilk basamağını oluşturmaktadır. OSAS'a eşlik eden hastalıklar (kardiyovasküler hastalıklar, inme, Tip II diyabet vb.) tedavi edilmez. Hasta uygun programlarla kilo vermeli, alkol, sigara ve sedatif hipnotiklerin kullanımından kaçınmalıdır. OSAS'lı hastaların temel problemlerinden birisi olan gündüz uyku hali de trafik ve iş kazalarına zemin hazırlayan bir problemdir. Eğer hasta yüksek riskli bir işte çalışıyorsa; kazaların yaşanmaması için, hastalar problemler belirlenip tedavi edilene kadar çok dikkatli olmaları konusunda önlemler alınmalıdır. Ayrıca uyku esnasında doğru yatış pozisyonunun sağlanması da alınabilecek önlemlerden biridir. Bu amaçla uygulanan pozisyon tedavisi; uyku esnasında sırtüstü pozisyonunda kalmayı sağlayan özel tasarlanmış sırt çantası benzeri araçlar, yelekler veya yastıkların kullanımını içermektedir. Bazı sistemler pozisyon duyarlılığı sayesinde bir alarm aracılığıyla hastalara sesli uyarı da vermektedir (46).

6.2. Medikal Tedavi

OSAS'da; uyku sırasında farengel lümen açıklığını sağlayan üst havayolu dilatör kas aktivitesindeki azalma ile apne-hipoapne sıklığı artmaktadır. Kullanılan bazı ilaçlar ile doğrudan veya dolaylı yollardan üst havayolu açıklığının sağlanması ve korunması amaçlanmaktadır. Bu ilaçları genel başlıklar altında; dili öne doğru çeken geniçlosus kasının tonusunu artıran selektif serotonin uptake inhibitörleri (47), gece uykusunun devamlılığını amaçlayan REM supresyon tedavisi ilaçları (48, 49), apneik olayların ve desaturasyonun önlenmesi amacıyla solunum stimülanı ilaçlar ve gündüz uyku hali azaltmayı amaçlayan uyanıklığı artıran ilaçlar olarak özetleyebiliriz.

6.3. Ağız içi Araç Uygulamaları

Ağız içi araçlar, madibula ve dil pozisyonlarını düzenleyerek, uyku esnasında üst havayolu

açıklığını sağlamak ve kollapsı önlemek amacıyla tasarlanmıştır. Görüntüleme çalışmaları, mandibula protraksiyonu sağlayan cihazlar ile mandibular öne doğru ilerlemenin, üst solunum yolu alanını, özellikle de velopharyngeal bölgenin lateral boyutunu büyüttüğünü göstermektedir (50). Madibula protraksiyonu sağlayan cihazlara alternatif olarak uyku esnasında sırtüstü pozisyonda dilin geriye doğru hareketini engelleyen cihazlar da bulunmaktadır (51).

6.4. PAP Tedavisi

PAP tedavisi, OSAS'da altın standart tedavi yöntemidir (52). Uyku esnasında üst havayolu dilatör kas tonusundaki azalma, inspirasyon sırasında ortaya çıkan intraluminal negatif basınç etkisi ve artan havayolu rezistansı, üst solunum yollarında obstrüksiyonu kaçınılmaz kılar. Bazı araştırmacılar; havayoluna uygulanan pozitif basınç ile akciğer hacmindeki artışların, üst havayolunu stabilize edici etkisi ile hastanın semptomlarını azalttığını öne sürmüşlerdir (53). Bu bağlamda, sağlıklı ve OSAS'lı hastalarda PAP uygulaması ile özellikle lateral çapta olmak üzere üst hava yolu çapında önemli artışlar olduğu görüntüleme yöntemleriyle gösterilmiştir (54). Ayrıca, PAP tedavisinin OSAS'lı hastalarda; AHI'yi azalttığı (55), gün içerisindeki uykuluk halini (56), kognitif fonksiyonları (57), yaşam kalitesini (58) ve kardiyovasküler fonksiyonları (59) iyileştirdiği de bildirilmiştir.

6.5. Pulmoner Rehabilitasyon

Bu bölümde pulmoner rehabilitasyon (PR) uygulamaları kapsamında; egzersiz eğitimi, inspiratuar kas eğitimi (IMT), orofarengeal egzersizler ve farklı bir yaklaşım olan "Didgeridoo Terapi" konularından bahsedildi.

6.5.1. Egzersiz Eğitimi

OSAS'lı hastaların; sedanter yaşam, obezite, kardiyovasküler hastalıklar, nefes darlığı, anormal solunum paterni, diğer bilinmeyen mekanizmalar, çevresel ve kişisel faktörler etkisiyle egzersiz kapasiteleri azalmıştır (60). Amerikan Uyku Bozuklukları Derneği, uyku bozukluklarının non farmakolojik tedavi modalitesi olarak egzersizin önemini vurgulamaktadır (61). Düzenli fiziksel aktiviteye sahip OSAS'lı hastaların uyku boyunca apnelerin daha az olduğu gösterilmiştir (62). Semptomlar üzerine yararlı etkilerinin yanında düzenli fiziksel aktivitenin, semptomların şiddetine bakmaksızın OSAS'lı bireylerde iyi hissetme durumu ile ilişkili olduğu belirtilmiştir (63). OSAS'lı bireylerde egzersizin semptomları hangi

mekanizma ile azalttığı henüz tam anlaşılamamış olmakla beraber; egzersizin vücut ağırlığı ve vücut yağ yüzdesini azaltarak dolaylı yoldan bu semptomları azalttığı düşünülmektedir (64). Ancak, yapılan epidemiyolojik ve deneysel çalışmalarla, egzersizin uyku apnesi üzerine etkisinin vücut ağırlığındaki azalmadan bağımsız olduğunu belirtmiştir (65). Diğer olası mekanizmalar; üst havayolu dilatör kaslarında ve solunum kaslarında yorgunluk direnci ve kuvvet artışı, uyku kalitesindeki artış ile ventilatuar instabilitedeki hafifleme, azalmış nasal havayolu direnci, alt ekstremitelerdeki venöz göllenmenin önlenmesi olarak düşünülebilir. Egzersiz eğitiminin uyku apnesi üzerindeki etkileri konusunda yayınlanan bir meta-analizde; egzersiz eğitimi ile hastaların AHI'sinin ve uykululuk halinin azaldığı, uyku verimliliğinin ve maksimum oksijen tüketiminin arttığı bildirilmiştir (66). Dobrosielski ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada; 12 hafta boyunca dirençli egzersiz (*latissimus dorsi pull down, leg curl, bench-leg-shoulder press egzersizleri*), haftada 3 kez 45 dakika boyunca maksimum kalp hızının % 60-85 aralığında aerobik egzersiz ve diyet programı sonucunda hastaların aerobik kapasitesinde, total gece uykusu süresinde, en düşük ve ortalama oksijen saturasyonu değerlerinde anlamlı artışlar sağlanırken; AHI'sinde, vücut kütle indeksi ve yağ oranında önemli ölçüde azalmalar olmuştur (67). Yüksek yoğunluklu aralıklı aerobik egzersiz eğitimi ile de OSAS'lı bireylerde olumlu sonuçlar bildirilmiştir (68).

6.5.2. İnspiratuar Kas Eğitimi

OSAS'lı hastalarda uyku esnasında tekrarlayan üst hava yolu obstrüksiyonu, apne-hipoapne olayları, arousallar ve asfiksi hastaların solunum iş yükünü artırır. Bunun sonucunda hastalarda inspiratuar kasların, özellikle de diyafragmanın kronik aşırı yüklenmesi ve solunum kas yorgunluğu ortaya çıkmaktadır (69). Yapılan çalışmalarla OSAS'lı bireylerde inspiratuar kas kuvvetinin ve enduransının azaldığı, istemli ventilasyon sırasında diyafragma yorgunluğunun daha yüksek olduğu bildirilmiştir (70). Yapılan bir başka çalışmada sağlıklı bireylerde İMT'nin genioglossus ve genioid kaslarının aktivasyonunu arttırdığı ayrıca hypoglossal siniri inerve etmesi nedeniyle özellikle styloglossus, hyoglossus ve intrinsik dil kaslarını aktivasyonunun arttığı gösterilmiştir (71). Bu nedenle hastalarda İMT hem ventilasyonun iyileştirilmesi hem de üst solunum yolu kas aktivasyonunu düzenleyerek havayolu açıklığının korunması ve sağlanması için oldukça önemlidir. Ancak OSAS'lı hastalarda İMT konusunda oldukça az sayıda çalışma olmakla beraber; eğitimin şiddeti, süresi, frekansı gibi konularda

konsensus bulunmamaktadır. Literatürde çeşitli solunum hastaları için yapılan İMT programları göz önünü alındığında; OSAS'lı hastalarda eğitime ağız içi maksimum inspiratuar basınç (MIP) ölçüldükten sonra İMT için geliştirilen çeşitli cihazlarla, ölçülen değerin % 30' unda, 6-12 hafta boyunca, haftada 3-5 gün ve günde 1-2 seans olarak başlanabilir. Belirli aralıklarla değerlendirmeler ile eğitimde ilerlemeler yapılmalıdır. OSAS'da İMT konusunda yapılan ilk çalışmada; 6 hafta boyunca MIP'nin %75'inde inspiratuar kas eğitiminin hastaların kardiyovasküler sistem fonksiyonlarını iyileştirdiği ve uyku kalitesini arttırdığı bildirilmiştir (72).

6.5.3. Orofarengeal Egzersizler

Çalışmalar OSAS patogenezinde; üst havayolu kaslarının disfonksiyonu, tonsiller, dil ve yumuşak damak hacminin artması, maksilla ve mandibulanın anormal pozisyonlanması ve zayıf lateral faringeal duvarlar gibi anatomik ve nöromusküler faktörlerin beraber rol oynadığını göstermiştir (22). Uyku sırasında üst havayolu açıklığının korunmasını engelleyen ve OSAS patogenezinde rol alan bu anatomik değişiklikler; orofasial ve orofaringeal yapıları hedef alan egzersizler aracılığıyla tedavi edilerek, sendroma ait semptomların iyileşmesi hedeflenmektedir (73). Bu bağlamda orofarengeal egzersizler; anatomik yapıların doğru pozisyonlanması, tonuslarının ve aktivitelerinin düzenlenmesi, uyarılara karşı duyarlılıklarının ve proprioepsiyonlarının geliştirilmesini amaçlamaktadır. Orofarengeal egzersizler, aralıklı veya devamlı çıkarılan seslerle yapılan izotonik ve izometrik egzersizleri; dil ile dişlere, yumuşak ve sert damağa karşı yapılan egzersizleri; yüz kasları egzersizlerini; emme, yutma, çiğneme ve solunum egzersizlerini kapsamaktadır (74).

6.5.4. Didgeridoo Terapi

Didgeridoo Aborjinler tarafından kullanılan ve anavatanı Avusturalya olan üfleli bir çalgıdır. Bir *Didgeridoo* eğitmeni, kendisinin ve bazı öğrencilerinin bu aletle birkaç ay boyunca pratik yaptıktan sonra gündüz uykusuzluğunu ve horlamayı azalttığını bildirmiştir. Bunun nedeninin; havayolu dilatasyonu ve farengeal duvarların kontrolünü sağlayan üst havayolu kaslarının eğitimi sayesinde olabileceği düşünülmüştür (75, 76). Bu konuda Puhon ve arkadaşlarının yaptığı randomize kontrollü bir çalışmada; *Didgeridoo* çalmanın orta şiddetli horlaması ve obstrüktif uyku apnesi olan hastalarda AHI' de, uykululuk halinde, uyku kalitesinde ve hastaların yatak partnerlerinin uyku rahatsızlığında olumlu değişiklikler elde edilmiştir (77).

7. SONUÇ

Günümüzde OSAS tedavisinde pulmoner rehabilitasyon uygulamaları; hastaların AHI değerlerinde, uyku verimliliği ve kalitesinde iyileşmeler sağlamaktadır. Ayrıca OSAS'ın ilişkili olduğu kardiyak aritmi, pulmoner hipertansiyon, Tip II diyabet, stroke gibi hastalıkları da göz önüne alırsak; OSAS'lı hastalarda egzersiz, hastalığa ait semptomların yanısıra sekonder semptomlar için de fayda sağlamaktadır.

8. TEŞEKKÜR

Bu bölümü hazırlarken, değerli bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yardımını esirgemen seminer danışmanım Sayın Doç. Dr. Melda SAĞLAM' a, her zaman desteğini hissettiğim ve yanımda olan danışmanım Sayın Doç. Dr. Akmer MUTLU'ya, çalışma arkadaşlarım Uzm. Fzt. Aslıhan ÇAKMAK, Uzm. Fzt. Hazal SONBAHAR ULU ve Uzm. Fzt. Cemile BOZDEMİR ÖZEL' e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

9. KAYNAKLAR

1. Sateia MJ. International classification of sleep disorders: highlights and modifications. *Chest Journal*. 2014;146(5):1387-94.
2. Eckert DJ, Malhotra A. Pathophysiology of adult obstructive sleep apnea. *Proceedings of the American Thoracic Society*. 2008;5(2):144-53.
3. Peppard PE, Young T, Palta M, Skatrud J. Prospective study of the association between sleep-disordered breathing and hypertension. *New England Journal of Medicine*. 2000;342(19):1378-84.
4. McNicholas W, Bonsignore M, B26 MCoECA. Sleep apnoea as an independent risk factor for cardiovascular disease: current evidence, basic mechanisms and research priorities. *European Respiratory Journal*. 2007;29(1):156-78.
5. Derneği TT. Obstrüktif uyku apne sendromu tanı ve tedavi uzlaşısı raporu. *Türk Toraks Dergisi*. 2012;13:59-63.
6. Schwab RJ. Upper airway imaging. *Clinics in chest medicine*. 1998;19(1):33-54.
7. Stauffer JL, Buick MK, Bixler EO, Sharkey FE, Abt AB, Manders EK, et al. Morphology of the Uvula in Obstructive Sleep Apnea1-3. *The American review of respiratory disease*. 1989;140:724.
8. Zohar Y, Schwartz A, Sabo R, Gal R, Strauss M, Oksenberg A. Oropharyngeal fatty infiltration in obstructive sleep apnea patients: a histologic study. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*. 1998;107(2):170-4.
9. Nashi N, Kang S, Barkdull GC, Lucas J, Davidson TM. Lingual fat at autopsy. *The Laryngoscope*. 2007;117(8):1467-73.
10. Millman RP, Carlisle CC, McGarvey ST, Eveloff SE, Levinson PD. Body fat distribution and sleep apnea severity in women. *Chest*. 1995;107(2):362-6.
11. Strohl KP, Redline S. Recognition of obstructive sleep apnea. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 1996;154(2):279-89.
12. Legato MJ. Gender-specific aspects of obesity. *Inter-*

- national journal of fertility and women's medicine. 1996;42(3):184-97.
13. Ancoli-Israel S, Kripke DF, Klauber MR, Mason WJ, Fell R, Kaplan O. Sleep-disordered breathing in community-dwelling elderly. *Sleep*. 1991;14(6):486.
14. Robinson RW, White DP, Zwillich CW. Moderate Alcohol Ingestion Increases Upper Airway Resistance in Normal Subjects 1-3. *American Review of Respiratory Disease*. 1985;132(6):1238-41.
15. Dolly FR, Block AJ. Increased ventricular ectopy and sleep apnea following ethanol ingestion in COPD patients. *CHEST Journal*. 1983;83(3):469-72.
16. Mitler MM, Dawson A, Henriksen SJ, Sobers M, Bloom FE. Bedtime ethanol increases resistance of upper airways and produces sleep apneas in asymptomatic snorers. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*. 1988;12(6):801-5.
17. Scanlan M, Roebuck T, Little P, Naughton M. Effect of moderate alcohol upon obstructive sleep apnoea. *European Respiratory Journal*. 2000;16(5):909-13.
18. Guilleminault C, Stoohs R, Partinen M, Kryger M. Mortality and morbidity of obstructive sleep apnea syndrome: prospective studies on retrospective cohorts. *Lung biology in health and disease*. 1994;71:557-74.
19. Schwab RJ, Gupta KB, Gefer WB, Metzger LJ, Hoffman EA, Pack AI. Upper airway and soft tissue anatomy in normal subjects and patients with sleep-disordered breathing. Significance of the lateral pharyngeal walls. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 1995;152(5):1673-89.
20. Schwab RJ, Pasirstein M, Kaplan L, Pierson R, Mackley A, Hachadoorian R, et al. Family aggregation of upper airway soft tissue structures in normal subjects and patients with sleep apnea. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2006;173(4):453-63.
21. Marcus CL, Keens TG, Bautista DB, von Pechmann WS, Ward SLD. Obstructive sleep apnea in children with Down syndrome. *Pediatrics*. 1991;88(1):132-9.
22. Schwab RJ, Pasirstein M, Pierson R, Mackley A, Hachadoorian R, Arens R, et al. Identification of upper airway anatomic risk factors for obstructive sleep apnea with volumetric magnetic resonance imaging. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2003;168(5):522-30.
23. Schwab RJ. Pro: sleep apnea is an anatomic disorder. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2003;168(3):270-1.
24. Miles PG, Vig PS, Weyant RJ, Forrest TD, Rockette HE. Craniofacial structure and obstructive sleep apnea syndrome – a qualitative analysis and meta-analysis of the literature. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1996;109(2):163-72.
25. Tangugsorn V, Krogstad O, Espeland L, Lyberg T. Obstructive sleep apnoea: multiple comparisons of cephalometric variables of obese and non-obese patients. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2000;28(4):204-12.
26. Mezzanotte WS, Tangel DJ, White DP. Waking genioglossal electromyogram in sleep apnea patients versus normal controls (a neuromuscular compensatory mechanism). *Journal of Clinical Investigation*. 1992;89(5):1571.
27. Malhotra A, Fogel RB, Edwards JK, Shea SA, White DP. Local mechanisms drive genioglossus activation in obstructive sleep apnea. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2000;161(5):1746-9.
28. Malhotra A, Pillar G, Fogel RB, Edwards JK, Ayas N, Akahoshi T, et al. Pharyngeal pressure and flow effects on genioglossus activation in normal subjects. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2002;165(1):71-7.
29. Phillipson EA, Sullivan CE. Arousal: the forgotten response to respiratory stimuli. *Am Thoracic Soc*; 1978.
30. Remmers J, Sauerland E, Anch A. Pathogenesis of upper airway occlusion during sleep. *Journal of Applied Physiology*. 1978;44(6):931-8.
31. Jordan AS, Wellman A, Heinzer RC, Lo Y-L, Schory K, Dover L, et al. Mechanisms used to restore ventilation after partial upper airway collapse during sleep in humans. *Thorax*. 2007;62(10):861-7.
32. Eckert DJ, Jordan AS, Merchia P, Malhotra A. Central sleep apnea: pathophysiology and treatment. *Chest Journal*. 2007;131(2):595-607.
33. Jordan AS, Eckert DJ, Catcheside PG, McEvoy RD. Ventilatory Response to Brief Arousal from Non-Rapid Eye Movement Sleep Is Greater in Men Than in Women. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2003;168(12):1512-9.
34. Stanchina ML, Malhotra A, Fogel RB, Trinder J, Edwards JK, Schory K, et al. The influence of lung volume on pharyngeal mechanics, collapsibility, and genioglossus muscle activation during sleep. *SLEEP-NEW YORK THEN WESTCHESTER-*. 2003;26(7):851-6.
35. Burger CD, Stanson AW, Daniels BK. Fast-CT Evaluation of the Effect of Lung Volume on Upper Airway Size and Function in Normal Men1-3. *Am Rev Respir Dis*. 1992;146:335-9.
36. Schwab RJ, Gefer WB, Pack AI, Hoffman EA. Dynamic imaging of the upper airway during respiration in normal subjects. *Journal of Applied Physiology*. 1993;74(4):1504-14.
37. Hoffstein V, Zamel N, Phillipson EA. Lung Volume Dependence of Pharyngeal Cross-Sectional Area in Patients with Obstructive Sleep Apnea 1-3. *American Review of Respiratory Disease*. 1984;130(2):175-8.
38. Heinzer RC, Stanchina ML, Malhotra A, Jordan AS, Patel SR, Lo Y-L, et al. Effect of increased lung volume on sleep disordered breathing in patients with sleep apnoea. *Thorax*. 2006;61(5):435-9.
39. Kuna S. Anatomy and physiology of upper airway obstruction. *Principles and practice of sleep medicine*. 2000:840-58.
40. Latshang TD, Nussbaumer-Ochsner Y, Henn RM, Ulrich S, Cascio CML, Ledergerber B, et al. Effect of acetazolamide and autoCPAP therapy on breathing disturbances among patients with obstructive sleep apnea syndrome who travel to altitude: a randomized controlled trial. *Jama*. 2012;308(22):2390-8.
41. Strohl KP, Hensley MJ, Saunders NA, Scharf SM, Brown R, Ingram RH. Progesterone administration and progressive sleep apneas. *JaMa*. 1981;245(12):1230-2.
42. Papandreou C, Schiza SE, Bouloukaki I, Hatzis CM, Kafatos AG, Siafakas NM, et al. Effect of Mediterranean diet versus prudent diet combined with physical activity on OSAS: a randomised trial. *European Respiratory Journal*. 2012;39(6):1398-404.
43. Mehta A, Qian J, Petocz P, Darendeliler MA, Cistulli PA. A randomized, controlled study of a mandibular advancement splint for obstructive sleep apnea. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2001;163(6):1457-61.
44. Dixon JB, Schachter LM, O'Brien PE, Jones K, Grima M, Lambert G, et al. Surgical vs conventional therapy for weight loss treatment of obstructive sleep apnea: a

- randomized controlled trial. *Jama*. 2012;308(11):1142-9.
45. Lin HC, Friedman M, Chang HW, Gurpinar B. The efficacy of multilevel surgery of the upper airway in adults with obstructive sleep apnea/hypopnea syndrome. *The Laryngoscope*. 2008;118(5):902-8.
 46. Chan AS, Lee RW, Cistulli PA. Non-Positive Airway Pressure Modalities: Mandibular Advancement Devices/Positional Therapy. *Proceedings of the American Thoracic Society*. 2008;5(2):179-84.
 47. Sood S, Morrison JL, Liu H, Horner RL. Role of endogenous serotonin in modulating genioglossus muscle activity in awake and sleeping rats. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2005;172(10):1338-47.
 48. Taranto-Montemurro L, Edwards BA, Sands SA, Marques M, Eckert DJ, White DP, et al. Desipramine increases genioglossus activity and reduces upper airway collapsibility during non-REM sleep in healthy subjects. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2016;194(7):878-85.
 49. Mulgrew AT, Sigurdson K, Ayas NT. Adjunctive and Alternative Therapies. *Obstructive Sleep Apnea*. 2007:233.
 50. Sutherland K, Vanderveken OM, Tsuda H, Marklund M, Gagnadoux F, Kushida CA, et al. Oral appliance treatment for obstructive sleep apnea: an update. *Journal of clinical sleep medicine: JCSM: official publication of the American Academy of Sleep Medicine*. 2014;10(2):215.
 51. Dort L, Brant R. A randomized, controlled, crossover study of a noncustomized tongue retaining device for sleep disordered breathing. *Sleep and Breathing*. 2008;12(4):369-73.
 52. Hertegonne K, Bauders F. The value of auto-adjustable CPAP devices in pressure titration and treatment of patients with obstructive sleep apnea syndrome. *Sleep medicine reviews*. 2010;14(2):115-9.
 53. Gordon P, Sanders M. Sleep · 7: Positive airway pressure therapy for obstructive sleep apnoea/hypopnoea syndrome. *Thorax*. 2005;60(1):68-75.
 54. Loredó JS, Ancoli-Israel S, Dimsdale JE. Effect of continuous positive airway pressure vs placebo continuous positive airway pressure on sleep quality in obstructive sleep apnea. *CHEST Journal*. 1999;116(6):1545-9.
 55. Schwab RJ, Pack AI, Gupta KB, Metzger LJ, Oh E, Getsy JE, et al. Upper airway and soft tissue structural changes induced by CPAP in normal subjects. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 1996;154(4):1106-16.
 56. Patel SR, White DP, Malhotra A, Stanchina ML, Ayas NT. Continuous positive airway pressure therapy for treating gess in a diverse population with obstructive sleep apnea: results of a meta-analysis. *Archives of internal medicine*. 2003;163(5):565-71.
 57. Ferini-Strambi L, Baietto C, Di Gioia M, Castaldi P, Castronovo C, Zucconi M, et al. Cognitive dysfunction in patients with obstructive sleep apnea (OSA): partial reversibility after continuous positive airway pressure (CPAP). *Brain research bulletin*. 2003;61(1):87-92.
 58. D'Ambrosio C, Bowman T, Mohsenin V. Quality of life in patients with obstructive sleep apnea: effect of nasal continuous positive airway pressure—a prospective study. *CHEST Journal*. 1999;115(1):123-9.
 59. Mansfield DR, Gollogly NC, Kaye DM, Richardson M, Bergin P, Naughton MT. Controlled trial of continuous positive airway pressure in obstructive sleep apnea and heart failure. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*. 2004;169(3):361-6.
 60. Rizzi CF, Cintra F, Risso T, Pulz C, Tufik S, de Paola A, et al. Exercise capacity and obstructive sleep apnea in lean subjects. *CHEST Journal*. 2010;137(1):109-14.
 61. Driver HS, Taylor SR. Exercise and sleep. *Sleep medicine reviews*. 2000;4(4):387-402.
 62. Peppard PE, Young T. Exercise and sleep-disordered breathing: an association independent of body habitus. *Sleep-New York Then Westchester*. 2004;27(3):480-4.
 63. Hong S, Dimsdale JE. Physical activity and perception of energy and fatigue in obstructive sleep apnea. *Medicine and science in sports and exercise*. 2003;35(7):1088-92.
 64. Awad KM, Malhotra A, Barnet JH, Quan SF, Peppard PE. Exercise is associated with a reduced incidence of sleep-disordered breathing. *The American journal of medicine*. 2012;125(5):485-90.
 65. Kline CE, Crowley EP, Ewing GB, Burch JB, Blair SN, Durstine JL, et al. The effect of exercise training on obstructive sleep apnea and sleep quality: a randomized controlled trial. *Sleep*. 2011;34(12):1631-40.
 66. Iftikhar IH, Kline CE, Youngstedt SD. Effects of exercise training on sleep apnea: a meta-analysis. *Lung*. 2014;192(1):175-84.
 67. Dobrosielski DA, Patil S, Schwartz AR, Bandeen-Roche K, Stewart KJ. Effects of exercise and weight loss in older adults with obstructive sleep apnea. *Medicine and science in sports and exercise*. 2015;47(1):20.
 68. Karlsen T, Nes BM, Tjønnå AE, Engstrøm M, Støylen A, Steinshamn S. High-intensity interval training improves obstructive sleep apnoea. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. 2017;2(1):bmjsem-2016-000155.
 69. Wilcox PG, Paré PD, Road JD, Fleetham JA. Respiratory muscle function during obstructive sleep apnea. *American Review of Respiratory Disease*. 1990;142(3):533-9.
 70. Chien M-Y, Wu Y-T, Lee P-L, Chang Y-J, Yang P-C. Inspiratory muscle dysfunction in patients with severe obstructive sleep apnoea. *European Respiratory Journal*. 2010;35(2):373-80.
 71. How SC, McConnell AK, Taylor BJ, Romer LM. Acute and chronic responses of the upper airway to inspiratory loading in healthy awake humans: an MRI study. *Respiratory physiology & neurobiology*. 2007;157(2):270-80.
 72. Vranish JR, Bailey EF. Inspiratory muscle training improves sleep and mitigates cardiovascular dysfunction in obstructive sleep apnea. *Sleep*. 2016;39(6):1179-85.
 73. Camacho M, Certal V, Abdullatif J, Zaghi S, Ruoff CM, Capasso R, et al. Myofunctional Therapy to Treat Obstructive Sleep Apnea: A Systematic Review and Meta-analysis. 2015.
 74. Guimarães KC, Drager LF, Genta PR, Marcondes BF, Lorenzi-Filho G. Effects of oropharyngeal exercises on patients with moderate obstructive sleep apnea syndrome. *American journal of respiratory and critical care medicine*. 2009;179(10):962-6.
 75. Mann EA, Burnett T, Cornell S, Ludlow CL. The effect of neuromuscular stimulation of the genioglossus on the hypopharyngeal airway. *The Laryngoscope*. 2002;112(2):351-6.
 76. Randerath WJ, Galetke W, Domanski U, Weitkunat R, Ruhle K-H. Tongue-muscle training by intraoral electrical neurostimulation in patients with obstructive sleep apnea. *Sleep*. 2004;27(2):254-9.
 77. Puhan MA, Suarez A, Cascio CL, Zahn A, Heitz M, Braendli O. Didgeridoo playing as alternative treatment for obstructive sleep apnoea syndrome: randomised controlled trial. *bmj*. 2006;332(7536):266-70.

Kompleks Bölgesel Ağrı Sendromu'nda Kanıta Dayalı Fizyoterapi Yaklaşımları

Fzt. Dilara ONAN, Doç Dr Tüzün FIRAT

Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Bel ve Boyun Sağlığı Ünitesi

e-mail: dilaraonan@gmail.com

Telefon: 0312 3051576-168

ÖZET

Kompleks bölgesel ağrı sendromu (KBAS), şiddetli ağrı ile karakterize; duyuşal, otonomik, motor ve trofik bozukluklara neden olan bir hastalıktır. KBAS, cerrahiye takiben, travmayla veya hafif yaralanma ile ortaya çıkabilir ve günlük yaşam aktivitelerinden, sağlıkla ilgili yaşam kalitesini bozan kronik bir sürece kadar değişen bir seyre sahiptir. KBAS insidansı kesin olarak bilinmemekle birlikte, sayının yılda 5-26/100.000 olduğu tahmin edilmektedir. Patofizyolojisi tam olarak açıklanamamakla birlikte ağrının önce periferik sonra santral olarak algılandığı ve sempatik sistem disfonksiyonun görüldüğü belirtilmektedir. Tedavi yöntemlerine bakıldığında literatürde farmakolojik tedavi, spinal kord stimülasyonu, fizyoterapi modaliteleri gibi yaklaşımlar vardır. Bu derlemede literatürde yer alan çalışmalar incelenerek, KBAS tedavisine yönelik kanıta dayalı fizyoterapi yaklaşımları ele alınacaktır.

Anahtar Kelimeler: KBAS, fizyoterapi, kanıta dayalı yaklaşım, rehabilitasyon.

ABSTRACT

Complex regional pain syndrome (CRPS) is a disease that causes sensory, autonomic, motor and trophic disorders characterized with severe pain. CRPS may occur following surgery, trauma or injury, and has a variable course from limiting daily activities to chronic process that impair health-related quality of life. Although the incidence of CRPS is not known precisely, it is estimated that the number is 5-26 / 100.000 per year. Although pathophysiology is not fully understood, it is explained that pain is perceived first as peripheral and then central, and dysfunction of sympathetic system are seen. There are approaches such as pharmacological, spinal cord stimulation, physiotherapy modalities in the literature. In this review, the studies in the literature are examined and the evidence-based physiotherapy approaches to the treatment of KBAS are discussed.

Keywords: KBAS, physiotherapy, evidence-based approach, rehabilitation.

1. GİRİŞ

KBAS, şiddetli ağrıyla karakterize duyuşal, otonomik ve motor bozuklukların eşlik ettiği ilerleyici ve kronik bir hastalıktır (1). KBAS travma, cerrahi, hafif yaralanmalar, kalp ameliyatları sonrası, nedeni bilinmeyen bir şekilde birçok yaş grubunda ve distal ekstremitelerde görülmektedir (2-9). KBAS kadınlarda, erkeklere oranla 3 ila 4 kat, üst ekstremitede alt ekstremiteye göre daha fazla ve en sık 30-50 yaşlarında görülmektedir (10). Hastalık akut ve kronik evre olarak 2 ayrı safhada değerlendirilir. Akut evrede ekstremiteler sıcak, kırmızı, şiş ve ağrılıdır. Kronik evrede ise ekstremiteler daha soğuk ve soluk görünümündedir. Eklem hareketleri kısıtlıdır.

KBAS'ın iki alt tipi vardır:

1.1 KBAS TİP 1 (Refleks Sempatik Distrofi, Algodistrofi, Sudeck Atrofisi):

Başlatıcı zarar verici bir olay sonrasında gelişmektedir, herhangi bir sinir yaralanmasına bağlı değildir. Etken genellikle travmadır. İmmobilizasyon süreci içerisinde semptomlar ortaya çıkar. Başlatıcı olayın küçüklüğü ile orantısız hiperaljezi, allodini, ödem, cilt kan akışında değişiklikler, anormal sudomotor aktivite, trofik değişiklikler ortaya çıkabilmektedir. Sıklıkla ekstremiteler distale etkilenmektedir (10).

1.2 KBAS TİP 2 (Kozalji, Algonörodistrofi):

Periferik sinirin kısmi yaralanmasından sonra gelişmektedir. Yanıcı ağrı ile karakterize olup, yanıcı ağrı, allodini ve hiperaljezi tutulan alanla sınırlıdır (10).

Patofizyoloji mekanizmasındaki allodini, hiperaleji, deri rengi-sıcaklık değişimi, vasküler değişiklikler, ödem, fonksiyon kaybı, duyuşal, otonomik, motor, merkezi ve periferik değişiklikler görülmesi, KBAS'ı diğer ağrılı sendromlardan farklı kılmaktadır (10,11). Başlangıçta tanı koyma zorluğu ve buna bağlı olarak tedavi yaklaşımlarının çok yönlü olması, tedavi maliyetlerini artırarak hizmet kaynaklarının ekonomik olarak etkili kullanılmamasına neden olabilmektedir (10).

2. PATOFİZYOLOJİ

KBAS patofizyolojisi kesin olarak aydınlatılmamış olsa da, santral ve periferik sensitizasyon, inflamasyon, değişmiş sempatik sistem fonksiyonu, katekolaminlerin dolaşımdaki sirkülasyonu, otoimmünite, beyin plastisitesi, psikolojik ve genetik faktörlerin üzerinde durulmaktadır.

2.1 Santral ve Periferik Sensitizasyon:

Doku ve nöral hasar sonrasında merkezi ve periferik sinir sisteminde meydana gelen değişiklikler, inflamasyonun ve ağrıya verilen yanıtın artmasına neden olmaktadır. Bu değişikliklere bağlı olarak yaralanmaya neden olan faaliyetlerden kaçınmak için koruyucu mekanizmalar gelişir. İlk yaralanma sırasında ağrılı uyarana bağlı olarak o bölgede kimyasal doku değişiklikleri ortaya çıkar ve immün sistem hücreleri o bölgeye göç eder. İnflamasyona cevap olarak kalsitonin gen related peptid, P maddesi gibi mediatörler salgılanır. Duyusal ve sempatik liflerin uyarılma eşiklerinde farklılıklar meydana gelir ve yüksek eşikteki nosiseptörler uyarılarak periferik sensitizasyon ortaya çıkar. Buna bağlı olarak dokunma, eklem hareketi gibi uyarılar MSS'de ağrı olarak algılanmaya başlar (Hiperaleji). Eğer nosiseptif afferent uyarılar tekrarlayıcı olarak devam ederse, medulla spinalis dorsal kök nöronlarında uyarı değişiklikleri oluşur. Tekrarlayan nosiseptif düşük şiddetli uyarılar dorsal kök nöronlarında uzun süreli bir artan depolarizasyona neden olur. C lifleri uyarılarak ağrı kronik hale gelir. Normalde ağrı yaratmayacak mekanik ve termal uyarılara bile cevap olarak, uyarılar ağrı olarak algılanır (Allodini) (10,12). Santral sensitizasyon (SS) tekrarlayıcı nosiseptif afferent uyarıların medulla spinalis dorsal kök nöronlarında ortaya çıkan uyarılma değişiklikleri ile ortaya çıkmaktadır. SS birincil duyu ve dorsal kök nöronlarında, Wide Dynamic Range (WDR) nöronlarında, nöronal plastisitenin bir yanıtı olarak düşünülmektedir. WDR nöronları A delta ve C lifleri ile uyarılan projeksiyon nöronlarından. Dorsal kök lamina I ve V'te bulunan WDR nöronları no-

siseptörlerden ve düşük eşik değerine sahip zararsız mekanoreseptörlerden uyarı alırlar. Fakat zararlı uyarılara maksimum yanıt verirler. WDR nöronları C liflerini uyararak yanıt süresini artırır. Hücre uzun süren bir depolarizasyondan geçer ve afferent impulslara duyarlılık artar. C lifleri inflamasyonun karakteristik özelliği olan yanıcı ve devamlı tarzda ağrıyı temsil etmektedir. C liflerinin impuls ileti hızları yavaş (0.5-2 m/sn) olduğu için daha uzun süreli ağrı ve hiperestezi ortaya çıkmaktadır (13,14).

2.2 İnflamasyon:

KBAS'ın akut fazındaki klinik görünümde ağrı, ödem, artmış sıcaklık, eritem ve fonksiyon bozukluğu inflamasyonun beş ana belirtisidir. Doku hasarı sonrasında, interleukin (IL)-1 β , IL-2, IL-6 ve tümör nekroz faktör- α (TNF- α) gibi pro-inflamatuvar sitokinler, kalsitonin genine bağlı peptit, bradikinin ve madde P gibi mediatörler salgılanmaktadır. (15). TNF- α 'nın sinir sonlanmalarındaki etkilerine bakıldığında aktivasyon ve sensitizasyondan sorumlu olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte TNF- α KBAS'ın inflamatuvar sürecinde hücreyel yanıtları aktive eden bir sitokindir. TNF- α immün sistemi düzenleyip nosiseptif eşiği belirlemektedir. Makrofaj kaynaklı hücreler TNF- α 'nın kaynağı olarak bilinmektedir. Mikroglia hücreleri MSS'nin immünitesinden sorumludur ve mikroglialar toksinler, antijenler gibi patojenezlerle karşı karşıya kaldıklarında TNF- α seviyesi artarak Toll benzeri reseptör 2 inflamatuvar hücrelerine (TLR2) dönüşmektedirler. Buna karşın MSS nöromodülatör olarak TNF- α seviyesini artırmaktadır. TNF- α reaktivitesi, otonom sinir sistemi ile ilişkili bölgeleri yönlendiren nöral yollarda fazladır ve nöromodülatör rol oynadığı belirtilmektedir. MSS'de norepinefrin salınımı, TNF- α ile kontrol edilen alfa 2 adrenerejik reseptörlerden salınan G proteinlerinin aktivasyonuna bağlıdır. Uyarıcı G proteini (Gs) aktive olduğunda hiperaleji ve nosisepsiyon; inhibitör G (Gi) proteini aktive olduğunda, analjezi görülmektedir. IL-1 beta, IL-6, IL-8, IL-10 ve serum TNF- α seviyelerinin, KBAS'lı hastaların semptomlarının olduğu evrelerde etkilenmiş ekstremitelerde daha yüksek olduğu, semptomların geçip takip evresinde kontrol edildiğinde ise bu sitokin serum seviyelerinin düşüp etkilenmemiş koldakiyle benzer seviyeye geldiği belirtilmektedir. Ayrıca peptitler KBAS'ın inflamatuvar sürecinde önemli rol oynamaktadır. Zararlı bir uyarı takiben sinir uçlarından salgılanarak vazodilatasyona ve proteinlerin hücre dışına sızmasına neden olurlar. Kalsitonin gene related peptit (CGRP) dorsal kök ganglionundan salgılanan vazodilatatör bir

peptittir. CGRP aktive olduğunda mast hücrelerini uyarak histamin ve TNF- α salınımını tetiklemektedir (16). Sonuç olarak bu mediatörler, plazma dışına sıvı çıkışı ve vazodilatasyonu artırarak hasarlı bölgede inflamasyon oluşumunu tetiklemektedirler (13).

2.3 Değişmiş Otonomik Sistem Fonksiyonu:

Sempatik sinir sistemi disfonksiyonu KBAS patofizyolojisinde oldukça komplekstir. Bunun nedeni sempatik sistem patofizyolojisinin tam olarak anlaşılamamasıdır. Normal bir uyarı durumunda derideki nosiseptörler A delta ve C lifleri ile spinal kord dorsal boynuzunda yerleşimli nöronlara uyarı bilgisini iletirler. Uyarı alındıktan sonra merkezi sinir sistemine uyarılan bölgeye ait sempatik nöranlara iletim olmaktadır. Uyarılan bölgedeki arteriol ve kapillerin innervasyonundan sempatik sinir sistemi sorumludur. Fakat nöral hasar sonrası somatik duysal sinirlerle dorsal boynuz giren zararlı uyaranlar, ara nöronlar ile efferent otonom ve motor nöronlarla sinaps yaparak kan akımını yavaşlatarak beslenmeyi engellemektedir. Nosiseptik afferent lifler zararlı uyaranla uyarıldığında sempatik nörotransmitterler ile alfa 1 adrenoseptörler arasında ateşleme olmakta, etkilenmiş ekstremitede sinir büyüme faktörü, prostoglandin gibi sempatik nörotransmitterlerin salınımı artarak inflamasyona ve ağrı oluşumuna yol açmaktadır. Bu sempatik değişiklikler etkilenen ekstremitenin kan damarlarındaki alfa 1 adrenoseptörlere aşırı duyarlılık ile dolaşım dinamiklerini değiştirerek norepinefrine vazokonstriktör yanıtı artırmaktadır. Sonuç olarak etkilenmiş ekstremitedeki venler vazokonstriksiyona uğrayarak doku hipoksisine neden olabilmekte ve normal iyileşme sürecini olumsuz etkilemektedir (17).

2.4 Katekolaminlerin Dolaşımdaki Sirkülasyonu:

Akut fazda etkilenen ekstremitede etkilenmeyen ekstremiteye göre norepinefrin düzeylerinde azalma olmaktadır. Periferik adrenerjik reseptörlerin telafi edici olarak düzenlenmesi, dolaşımdaki katekolaminlere karşı aşırı duyarlılığa neden olur. Dolaşımdaki katekolaminlere karşı aşırı duyarlılık sempatik innervasyonla vazokonstriksiyona neden olur ve kronik fazdaki karakteristik soğuk ve mavi ekstremitte görülebilir (18).

2.5 Otoimmünite:

KBAS'lı bireylerin serum immünoglobülin G (IgG) otoantikörlerinin varlığı araştırılmıştır.

İntravenöz IgG tedavisi ve plasebo verilen bireylerde ağrı seviyelerinde azalma bulunmuştur. Serumdaki otonom nöronlarda yüzey antijenlerine karşı immünoglobülin G (IgG) otoantikörlerinin varlığı nedeniyle, otoimmünitenin KBAS gelişiminde rol oynayabileceği belirtilmektedir. Ayrıca fare deneylerinde CD20-pozitif B hücrelerinin, KBAS gelişimini destekleyen antikörler ürettiğini öne sürmektedir (19-22).

2.6 Beyin Plastisitesi:

KBAS'lı bireylerin hastalığın farklı evrelerinde beyin paternlerinde değişiklikler olduğu öne sürülmüştür (23). Nöro-görüntüleme sonuçlarında etkilenmiş bölgenin duyu ve motor temsil alanlarında etkilenmemiş ekstremiteye göre azalma görüldüğü ve bazal ganglion işlev bozuklukları belirtilmektedir (1,24,25). KBAS Tip-I'li hastalarda hemisensoryal bozukluğun, talamustaki olayı başlatıcı zararlı uyarıcının işlenmesindeki bozukluklarla ilişkili olduğu ve kronik ağrıda subkortikal beyin plastisitesiyle ilişkili olabileceği belirtilmektedir (26). KBAS'lı hastaların primer somatosensor kortekslerindeki kortikal yeniden yapılanmayı değerlendirmek için magnetoensefalografinin kullanıldığı bir çalışmada ise, KBAS'taki ağrı ve duyu semptomlarının merkezi sinir sisteminde plastisite değişikliklerine neden olabileceği öne sürülmüştür. Değerlendirme sonucunda, KBAS'tan etkilenen taraf için primer somatosensor korteksin kortikal el temsiliinde azalma olduğu, primer somatosensor korteksin KBAS'tan etkilenen tarafta sağlam tarafa kıyasla yeniden yapılanma gösterdiği belirtilmiştir (27). KBAS Tip-I'li 14 hasta ve sağlıklı bireylerin alındığı bir çalışmada ise, etkilenen ve etkilenmeyen ekstremitede ekstansör digitorum ve abdüktör pollicis longus kaslarına yerleştirilen elektrotlarla kayıtlar alınarak motor kortikal temsil alanı, motor uyandırılmış potansiyeller (MEP) transkraniyal manyetik stimülasyon ile değerlendirilmiştir. Sonuçlarda KBAS Tip-I'li hastalarda kortikal temsil boyutu ve MEP değerinin, etkilenen ve etkilenmeyen el kaslarının motor kortikal temsili alanlarında iki hemisfer arasında asimetri olduğu ve etkilenmeyen elin temsili alanının daha büyük olduğu bulunmuştur (28). Çocuk KBAS hastalarında yapılan bir fonksiyonel manyetik rezonans (fMRI) çalışmasında ise aktif KBAS döneminde ağrı varken ve iyileşme sonrasında, etkilenmiş ve etkilenmemiş ekstremiteye mekanik (fırça) ve termal (soğuk) uyaranlar verilmiştir. Sonuçlarda her iki değerlendirmede de etkilenmiş ekstremitede etkilenmemiş ekstremiteye kıyasla farklı aktivasyon paternlerinin olduğu belirtilmiştir (29).

2.7 Psikolojik Faktörler:

KBAS'lı bireylerde semptomların getirdiği harabiyet sonucu anksiyete ve depresyon belirtileri psikolojik faktörlerin KBAS gelişiminin ilerlemesinde bir faktör olabileceğini düşündürmektedir. Örneğin yapılan bir çalışmada, psikolojik rahatsızlığı olan bireylerde distal radius kırığı sonrası KBAS gelişimi yüksek bulunmuştur. Fakat yapılan diğer çalışmalarda psikolojik faktörler ve KBAS ilişkisi doğrulanmadığı için KBAS ve psikolojik faktörler arasındaki kanıtlar kesin değildir (30-32).

2.8 Genetik Faktörler:

KBAS'lı çocuklar ve kardeşleri arasındaki bir çalışmada, mitokondrial kalıtım ile KBAS gelişme riski ilişkili bulunmuştur (33). Ayrıca, HLA-B62 ve HLA-DQ8 alellerini kodlayan genlerin KBAS oluşunda etkili olabileceği söylenmektedir. Fakat yine de genetik faktörler, ailesel yatkınlık ve KBAS gelişimi arasında bir fikir birliği bulunmamaktadır (34,35).

3. KANITA DAYALI FİZYOTERAPİ YAKLAŞIMLARI

KBAS tedavisinde non steroid antiinflatuar ilaçlar, anestetik kremler, antidepresan ilaçlar gibi

farmakolojik, spinal kord stimülasyonları gibi minimal invaziv yaklaşımlar uygulanmaktadır. Bu tedavilerin etkinliği değişkendir ve bu tedaviler fizik tedavi modaliteleri ile birlikte kullanılmaktadır. Ancak hangi fizik tedavi yaklaşımının, sorunların çözümü için etkili olduğu konusunda bir görüş birliği yoktur (36). Cochrane ve Pedro veritabanında "complex regional pain syndrome", "reflex sympathetic dystrophy", "pain", "physiotherapy", "treatment" kelimeleri ile yapılan taramalar sonucunda spinal kord stimülasyonu, fizyoterapi yaklaşımları, ilaç tedavileri gibi yaklaşımları içeren 15 sistematik derleme, fizyoterapi yaklaşımlarına dair Graded Motor Imagery (Aşamalı Motor İmgeleme) konusunda 1 meta-analiz çalışması, 18 randomize kontrollü çalışma, 273 tane Kohort, vaka-kontrol ve olgu serileri çalışmaları bulunmuştur (Şekil 1).

3.1 Meta-Analiz Çalışması:

Moseley'nin 2004 ve 2006 yılında yaptığı iki çalışma meta-analiz olarak incelenmiştir. Graded Motor Imagery (GMI) Aşamalı Motor İmgeleme yaklaşımı lateralizasyon, imgeleme ve ayna terapisinin uygulandığı bir yaklaşımdır. 2004 yılındaki çalışmada GMI grubuna 7 birey, kontrol grubuna 6 birey; 2006 yılındaki çalışmada GMI grubuna 19 birey, kontrol grubuna 17 birey alınmıştır. Tedavi grubuna GMI tedavisi, kontrol



Şekil 1: Cochrane ve Pedro Veritabanı Taraması Sonucu Kanıt Piramidi KBAS Çalışmaları

grubuna standart fizyoterapi yaklaşımı ve medikal tedavi 6 hafta uygulanmıştır. Değerlendirmeler sonucunda meta-analizde, ağrı ve engelliliğin azalmasında tedavi üstünlüğü olarak GMI yaklaşımı lehine sonuç bulunmuştur (37-39). Fakat Cochrane yazarlarına göre bu çalışmanın yetersizlikleri vardır:

- Hastaların körlenmemesi.
- Değerlendirme sonuçları grafiklerle verilmiş olması. Sayısal değerlerin olduğu bir rapor verilmemesi.
- Örneklem büyüklüğü yetersiz bulunması (39).

3.2 Randomize Kontrollü Çalışmalar:

• Cacchio ve arkadaşları, inme geçiren bireylerde üst ekstremitede gelişen KBAS sonrası ayna terapisi uygulamışlardır. Tek kör yapılan çalışmada, tedavi ve kontrol grubuna 24 birey alınmıştır. Tedavi grubu 4 hafta boyunca ayna terapisi, inme rehabilitasyonu, iş uğraşı terapisi, kontrol grubu 4 hafta inme rehabilitasyonu almış ve ayna grubundaki egzersizler aynasız olarak aynı sıklık ve sürelerde yapılmıştır. Sonuçlara bakıldığında, ayna grubunda ağrı yoğunluğunun (VAS istirahat ve aktivite) ve allodininin azaldığı ($p<0.001$), fonksiyonelliğin arttığı ($p<0.001$) belirtilmiştir. Kontrol grubunda ise ağrı yoğunluğunda azalma ve fonksiyonellikte artış olduğu fakat bunların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirtilmiştir. Cochrane ve Pedro yazarlarına göre bu çalışmanın yetersizlikleri; randomizasyonun yapılma metodunun belirtilmemiş olması (dağılımın gizliliğinin değerlendirilmesinde göz önünde bulundurulmaktadır), örneklem büyüklüğünün küçük bulunması, hastaların ve değerlendiricilerin körlenmemesidir (39,40).

• Dimitrijevic ve arkadaşları, üst veya alt ekstremit travması sonrası gelişen KBAS-1 sonrası düşük doz lazer ve enterferans akım tedavisinin etkinliğini araştırmışlardır. Tek kör yapılan çalışmada 20 birey alınan tedavi grubunda düşük doz lazer terapisi ve eklem hareket açıklığı egzersiz programı 2 hafta; 25 birey alınan kontrol grubunda ise enterferans akım terapisi ve eklem hareket açıklığı egzersiz programı 2 hafta uygulanmıştır. Sonuçlara bakıldığında, ağrı yoğunluğunun (VAS) istirahatte ve aktivitede, lazer ve enterferansiyel grubunda tedavi sonrasında anlamlı olarak azaldığı ($p<0.001$), eklem hareket açıklığının lazer ve enterferansiyel grubunda tedavi sonrasında anlamlı olarak arttığı ($p<0.001$) belirtilmiştir. Gruplar arasında lazerin etkinliği, enterferansiyel akıma göre istatistiksel olarak anlamlı derecede yüksek bulunmuştur ($p<0.001$).

Cochrane ve Pedro yazarlarına göre bu çalışmanın yetersizlikleri; örneklem büyüklüğünün küçük bulunması, hasta, terapist ve değerlendiricilerin körlenmemesidir (39).

• Durmuş ve arkadaşları, Colles kırığı sonrası KBAS gelişen 40 hastada elektromanyetik alan tedavisinin etkinliğini araştırmışlardır. Çift kör yapılan çalışmada tedavi grubunda elektromanyetik alan tedavisi 6 hafta, haftada 5 kez uygulanmıştır. Kontrol grubunda ise aynı uygulama alet kapalıyken yapılmıştır. Sonuçlara bakıldığında ağrı yoğunluğunun (VAS) istirahatte, aktivitede tedavi ve plasebo grubunda anlamlı olarak azaldığı ($p<0.001$), ödemin tedavi ve plasebo grubunda anlamlı olarak azaldığı ($p<0.001$) belirtilmiştir. Fakat gruplar arasında anlamlılık bulunamamıştır. Cochrane ve Pedro yazarlarına göre bu çalışmanın yetersizlikleri; örneklem büyüklüğünün küçük bulunması, analiz yetersizlikleridir (39,41).

• Duman ve arkadaşları, refleks sempatik distrofiye sekonder olarak ekstremit ödemli olan hastalarda manuel lenfatik drenaj (MLD) uygulamasının etkinliğini araştırmışlardır. Tedavi grubuna alınan 18 birey MLD ve konvansiyonel tedavi (farmakolojik yaklaşım, egzersizler, stellar gangliona ultrason); kontrol grubuna alınan 16 birey konvansiyonel tedavi almıştır. Sonuçlara bakıldığında, ağrı yoğunluğunun (VAS) tedavi ve kontrol grubunda, tedavi sonunda anlamlı olarak azaldığı ($p<0.05$), ödemin tedavi sonundaki değerlendirilmede, tedavi grubunda anlamlı olarak azaldığı ($p<0.001$) belirtilmiştir. Fakat gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlılık bulunamamıştır. Cochrane ve Pedro yazarlarına göre bu çalışmanın yetersizlikleri; örneklem büyüklüğünün küçük bulunması, randomizasyonun yapılma metodunun belirtilmemiş olması, hastaların, terapistlerin ve değerlendiricilerin körlenmemesi ve analiz yetersizliğidir (39,42).

• Aşkın ve arkadaşlarının üst ekstremit yaralanmaları sonucu KBAS gelişen hastalarda stellar gangliona düşük doz yüksek frekans ultrason terapisi uygulaması, tek kör yapılan bir çalışmadır. 45 birey üç gruba eşit şekilde ayrılmıştır ve iki gruba farklı doz ultrason terapisi üçüncü gruba plasebo ultrason uygulanmıştır. Sonuçlara bakıldığında ağrı yoğunluğunun (VAS) ve ödemin, tedavi-1, tedavi-2 ve plasebo grubunda tedavi sonunda anlamlı olarak azaldığı ($p<0.001$), kavrama kuvvetinin, tedavi sonundaki değerlendirilmede tedavi-1, tedavi-2 ve plasebo grubunda anlamlı olarak arttığı ($p<0.001$) belirtilmiştir. Tedavi sonundaki değerlendirilmede tedavi-1, tedavi-2 ve

plasebo grubunda DASH skoru anlamlı olarak azalmıştır ($p<0.001$). Fakat gruplar arasında fark bulunmamıştır. Cochrane ve Pedro yazarlarına göre bu çalışmanın yetersizlikleri; örneklem büyüklüğünün küçük olması, randomizasyonun yapılma metodunun belirtilmemiş olması, hastaların, terapistlerin ve değerlendircilerin körlenmemesi, sadece tedavi öncesi ve tedavi sonrası ölçüm yapılmış olması, takip ölçümü yapılmamasıdır (39,43).

- Hazneci ve arkadaşları, üst ekstremitede refleks sempatik distrofi tanılı 30 hastada transkutanöz elektrik stimülasyonu (TENS) ve ultrasonun (US) etkinliğini araştırmışlardır. Hastalar rastgele seçilerek 2 gruba ayrılmışlardır. 1. gruba 16 hasta alınarak günde 1 kez TENS, zıt banyo ve egzersiz programı; 14 hastadan oluşan 2. gruba ise günde 1 kez stellat ganglion üzerine kesikli ultrason, zıt banyo ve egzersiz programı uygulanmıştır. Sonuçlara bakıldığında, çalışma öncesi ve sonrasında her iki grupta yapılan ödem ölçümlerinde, istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. TENS ve US uygulanan hastalarda çalışma öncesi ve sonrası istirahatteki ağrı, palpasyonla ağrı ve mobilite kaybı ölçümünde istatistiksel olarak anlamlı bir azalma, el kavrama kuvvetinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunduğu belirtilmiştir. Her iki grupta yer alan hastaların sonuçları karşılaştırıldığında istirahatteki ağrı, palpasyonla ağrı ve el kavrama kuvvetleri ölçümleri açısından TENS grubu lehine fark varken, ödem ve mobilite ölçümü açısından ise her iki grup arasında fark bulunmamıştır. Cochrane ve Pedro yazarlarına göre bu çalışmanın yetersizlikleri; örneklem büyüklüğünün küçük bulunması, randomizasyonun yapılma metodunun belirtilmemiş olması, takip süresinin kısa olmasıdır (39,44).

KBAS tedavisinde zıt banyo uygulamasının etkili olabileceği fakat tartışmalı olduğu belirtilmektedir. Zıt banyo uygulamasının, etkilenmiş ekstremitede vazodilatasyon ve vazokonstriksiyon yaparak sirkülasyonu sağlamaya yardımcı olabileceği ama bu uygulamanın, hasta kronik evrede ise vazomotor değişikliklerin (özellikle soğuk etkisinin) periferik sinir yapısını etkileyerek semptomları kötüleştirebileceğine dair görüşler vardır. Literatürde KBAS tedavisinde zıt banyo etkinliğine dair bir çalışma bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde zıt banyonun, etkinliği araştırılan modalitelerin yanında tedavi programına ek olarak verildiği belirtilmektedir (45).

4. SONUÇ

KBAS, patofizyolojisi aydınlatılamamış olan bir hastalıktır. KBAS'ın tipleri düşünüldüğünde KBAS Tip-1 ve Tip-2'nin patofizyolojik mekanizması ve tedavi ayırımı yapan araştırmalar bulunmamaktadır. Genel literatüre ve klinik gözlemlere bakıldığında, ortopedik yaralanmalar sonrasında üst ekstremitede görülen KBAS ile daha sık karşılaşmakta, hastalıkla ilgili değerlendirme ve tedavi çalışmaları bu alanda yapılmaktadır. Fakat literatür incelendiğinde sadece üst ekstremitede veya sadece alt ekstremitede olan KBAS'a yönelik, patofizyolojik mekanizma ayırımının araştırıldığı çalışmaların eksikliği görülmektedir. Ayrıca nörolojik açıdan bakılacak olursa, inme sonrası görülen KBAS'a yönelik farklı tedavi yaklaşımları uygulanmasına rağmen ortopedik ve nörolojik durumlarda patofizyoloji mekanizması ayırımında rol oynayan faktörlere dair çalışmalar yetersizdir. Hamilelikte, çocuklarda ve kalp problemleri sonrasında görülen KBAS'a yönelik çalışmalar ise vaka sunumlarından oluşmaktadır. Yine patofizyolojilerini açıklayan çalışmalar yetersizdir. Hastalığın görüldüğü popülasyonun çeşitliliği göz önüne alındığında patofizyolojik mekanizmaların ve buna bağlı olarak değerlendirme ve tedavide dikkat edilmesi gereken noktaların da farklı olabileceği akla gelmektedir. Literatürde fizyoterapiye dair kanıt piramidinde yer edinmiş farklı çalışmalar vardır. Bu çalışmalarda randomizasyon ve körleme yapılmaması, örneklem büyüklüğünün küçük olması gibi yetersizlikler bildirilmiştir. Bu yetersizlikler göz önüne alındığında farklı fizyoterapi disiplinlerinin bir araya geldiği randomize kontrollü, tek kör veya çift kör, uygun istatistiksel analizin yapıldığı, takip süresinin yeterli olduğu, geniş örneklem büyüklüğü olan, hastalığın görüldüğü belli örnekleme ait çalışmalar dizayn edilebilir. Fizyoterapide değerlendirme ve tedaviye yönelik görüş birliği sağlanması için, farklı hastalık gruplarına, üst ve alt ekstremitede ayırımına, KBAS'ın ortopedik/nörolojik durumlarda görülmesine ve tiplerine ait belli patofizyolojik mekanizmaların araştırıldığı çalışmalara ihtiyaç vardır.

5. TEŞEKKÜR

Seminer danışmanım olarak konumun belirlenmesinde yol gösterici olan ve değerli bilgilerini benimle paylaşan Sayın Hocam Doç. Dr. Tüzün FIRAT' a, desteğini her zaman hissettiğim danışman hocam Sayın Doç. Dr. Özlem ÜLGER' e teşekkürlerimi sunarım.

6. KAYNAKLAR

- Nardone, R., Brigo, F., Holler, Y., Sebastianelli, L., Versace, V., Saltuari, L. ve diğerleri. (2017) Transcranial magnetic stimulation studies in complex regional pain syndrome type I: A review. *Acta Neurol Scand*.
- Ahmed, S., Lindsay, J.M., Snyder, D.I. (2016) Spinal Cord Stimulation for Complex Regional Pain Syndrome: A Case Study of a Pregnant Female. *Pain Physician*, 19 (3), E487-493.
- Sellami, M., Frikha, F., Fourati, H., Ezzedine, M., Hdiji, N., Elleuch, M. ve diğerleri. (2006). Algodystrophie des membres inférieurs au cours de la grossesse (c. 49).
- Sergent, F., Mouroko, D., Sellam, R., Marpeau, L. (2003) Algoneurodystrophie de la cheville au cours d'une grossesse : particularités et prise en charge thérapeutique. *Gynécologie Obstétrique & Fertilité*, 31 (6), 543-545.
- Lai, C.J., Chou, C.L., Liu, T.J., Chan, R.C. (2006) Complex regional pain syndrome after transradial cardiac catheterization. *J Chin Med Assoc*, 69 (4), 179-183.
- Williams, G., Howard, R. (2016) The Pharmacological Management of Complex Regional Pain Syndrome in Pediatric Patients. *Paediatr Drugs*, 18 (4), 243-250.
- Weissmann, R., Uziel, Y. (2016) Pediatric complex regional pain syndrome: a review. *Pediatric Rheumatology Online Journal*, 14, 29.
- Sasano, N., Tsuda, T., Sasano, H., Ito, S., Sobue, K., Katsuya, H. (2004) A case of complex regional pain syndrome type II after transradial coronary intervention. *J Anesth*, 18 (4), 310-312.
- Silviu, B., Mark, W.J., Reuben, I., Shvartzman, P. Complex Regional Pain Syndrome type I following radial artery cardiac catheterization. *International Journal of Cardiology*, 101 (1), 167-168.
- Goh, E.L., Chidambaram, S., Ma, D. (2017) Complex regional pain syndrome: a recent update. *Burns & Trauma*, 5, 2.
- Elsamadicy, A.A., Yang, S., Sergesketter, A.R., Ashraf, B., Charalambous, L., Kemeny, H. ve diğerleri. (2017) Prevalence and Cost Analysis of Complex Regional Pain Syndrome (CRPS): A Role for Neuromodulation. *Neuromodulation*.
- Baron, R., Hans, G., Dickenson, A.H. (2013) Peripheral input and its importance for central sensitization. *Ann Neurol*, 74 (5), 630-636.
- Cavlak, U., Aslan, U., Yağcı, N., Altug, F., Citisli, V., Kocyigit, F. ve diğerleri. (2016). Kronik Ağrı ve Tedavi Prensipleri.
- AYDIN, O.N. AĞRI VE AĞRI MEKANİZMALARINA GÜNCEL BAKIŞ. *ADÜ Tıp Fakültesi Dergisi*, 3 (2), 37-48.
- Schlereth, T., Drummond, P.D., Birklein, F. (2014) Inflammation in CRPS: role of the sympathetic supply. *Auton Neurosci*, 182, 102-107.
- Hauser, J., Hsu, B., Nader, N.D. (2013) Inflammatory Processes in Complex Regional Pain Syndromes. *Immunological Investigations*, 42 (4), 263-272.
- Drummond, P.D. (2004) Involvement of the sympathetic nervous system in complex regional pain syndrome. *Int J Low Extrem Wounds*, 3 (1), 35-42.
- Wasner, G., Schattschneider, J., Heckmann, K., Maier, C., Baron, R. (2001) Vascular abnormalities in reflex sympathetic dystrophy (CRPS I): mechanisms and diagnostic value. *Brain*, 124 (Pt 3), 587-599.
- Dirckx, M., Schreurs, M.W.J., de Mos, M., Stronks, D.L., Huygen, F.J.P.M. (2015) The Prevalence of Autoantibodies in Complex Regional Pain Syndrome Type I. *Mediators of Inflammation*, 2015, 718201.
- Tekus, V., Hajna, Z., Borbely, E., Markovics, A., Bago-ly, T., Szolcsanyi, J. ve diğerleri. (2014) A CRPS-IgG-transfer-trauma model reproducing inflammatory and positive sensory signs associated with complex regional pain syndrome. *Pain*, 155 (2), 299-308.
- Li, W.W., Guo, T.Z., Shi, X., Czirr, E., Stan, T., Sahbaie, P. ve diğerleri. (2014) Autoimmunity contributes to nociceptive sensitization in a mouse model of complex regional pain syndrome. *Pain*, 155 (11), 2377-2389.
- Goebel, A., Baranowski, A., Maurer, K., Ghiai, A., McCabe, C., Ambler, G. (2010) Intravenous immunoglobulin treatment of the complex regional pain syndrome: a randomized trial. *Ann Intern Med*, 152 (3), 152-158.
- Shokouhi, M., Clarke, C., Morley-Forster, P., Moulin, D.E., Davis, K., Lawrence, K.S. (2017) Structural and Functional Brain Changes at Early and Late Stages of Complex Regional Pain Syndrome. *J Pain*.
- Azqueta-Gavaldon, M., Schulte-Gocking, H., Storz, C., Azad, S., Reiners, A., Borsook, D. ve diğerleri. (2017) Basal ganglia dysfunction in complex regional pain syndrome - A valid hypothesis? *Eur J Pain*, 21 (3), 415-424.
- Pleger, B., Draganski, B., Schwenkreis, P., Lenz, M., Nicolas, V., Maier, C. ve diğerleri. (2014) Complex regional pain syndrome type I affects brain structure in prefrontal and motor cortex. *PLoS One*, 9 (1), e85372.
- Rommel, O., Malin, J.P., Zenz, M., Janig, W. (2001) Quantitative sensory testing, neurophysiological and psychological examination in patients with complex regional pain syndrome and hemisensory deficits. *Pain*, 93 (3), 279-293.
- Maihofner, C., Handwerker, H.O., Neundorfer, B., Birklein, F. (2003) Patterns of cortical reorganization in complex regional pain syndrome. *Neurology*, 61 (12), 1707-1715.
- Krause, P., Forderreuther, S., Straube, A. (2006) TMS motor cortical brain mapping in patients with complex regional pain syndrome type I. *Clin Neurophysiol*, 117 (1), 169-176.
- Lebel, A., Becerra, L., Wallin, D., Moulton, E.A., Morris, S., Pendse, G. ve diğerleri. (2008) fMRI reveals distinct CNS processing during symptomatic and recovered complex regional pain syndrome in children. *Brain*, 131 (Pt 7), 1854-1879.
- Bean, D.J., Johnson, M.H., Heiss-Dunlop, W., Lee, A.C., Kydd, R.R. (2015) Do psychological factors influence recovery from complex regional pain syndrome type 1? A prospective study. *Pain*, 156 (11), 2310-2318.
- Bean, D.J., Johnson, M.H., Kydd, R.R. (2014) Relationships between psychological factors, pain, and disability in complex regional pain syndrome and low back pain. *Clin J Pain*, 30 (8), 647-653.
- Beerthuis, A., Stronks, D.L., Huygen, F.J., Passchier, J., Klein, J., Spijker, A.V. (2011) The association between psychological factors and the development of complex regional pain syndrome type 1 (CRPS1)--a prospective multicenter study. *Eur J Pain*, 15 (9), 971-975.
- Higashimoto, T., Baldwin, E.E., Gold, J.L., Boles, R.G. (2008) Reflex sympathetic dystrophy: complex regional pain syndrome type I in children with mitochondrial disease and maternal inheritance. *Arch Dis Child*, 93 (5), 390-397.
- de Rooij, A.M., Florencia Gosso, M., Haasnoot, G.W., Marinus, J., Verduijn, W., Claas, F.H. ve diğerleri. (2009) HLA-B62 and HLA-DQ8 are associated with Complex Regional Pain Syndrome with fixed dystonia. *Pain*, 145 (1-2), 82-85.
- de Rooij, A.M., de Mos, M., Sturkenboom, M.C., Marinus, J., van den Maagdenberg, A.M., van Hilten, J.J.

- (2009) Familial occurrence of complex regional pain syndrome. *Eur J Pain*, 13 (2), 171-177.
- 36 O'Connell, Neil, E., Wand, Benedict, M., McAuley, James ve diğerleri. (2013). Interventions for treating pain and disability in adults with complex regional pain syndrome- an overview of systematic reviews. Cochrane Database of Systematic Reviews(4). Erişim, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD009416.pub2/abstract>.
- 37 Moseley, G.L. (2004) Graded motor imagery is effective for long-standing complex regional pain syndrome: a randomised controlled trial. *Pain*, 108 (1-2), 192-198.
- 38 Moseley, G.L. (2006) Graded motor imagery for pathologic pain: a randomized controlled trial. *Neurology*, 67 (12), 2129-2134.
- 39 Smart, Keith, M., Wand, Benedict, M., O'Connell, Neil, E. (2016). Physiotherapy for pain and disability in adults with complex regional pain syndrome (CRPS) types I and II. Cochrane Database of Systematic Reviews(2). Erişim, <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/14651858.CD010853.pub2/abstract>.
- 40 Cacchio, A., De Blasis, E., De Blasis, V., Santilli, V., Spacca, G. (2009) Mirror therapy in complex regional pain syndrome type 1 of the upper limb in stroke patients. *Neurorehabil Neural Repair*, 23 (8), 792-799.
- 41 Durmus, A., Cakmak, A., Disci, R., Muslumanoglu, L. (2004) The efficiency of electromagnetic field treatment in Complex Regional Pain Syndrome Type I. *Disabil Rehabil*, 26 (9), 537-545.
- 42 Duman, I., Ozdemir, A., Tan, A.K., Dincer, K. (2009) The efficacy of manual lymphatic drainage therapy in the management of limb edema secondary to reflex sympathetic dystrophy. *Rheumatol Int*, 29 (7), 759-763.
- 43 Askin, A., Savas, S., Koyuncuoglu, H.R., Baloglu, H.H., Inci, M.F. (2014) Low dose high frequency ultrasound therapy for stellate ganglion blockade in complex regional pain syndrome type I: a randomised placebo controlled trial. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 7 (12), 5603-5611.
- 44 Hazneci, B., Tan, A., Özdem, T., Dinçer, K., Kalyon, T.A. (2005). The effects of transcutaneous electroneurostimulation and ultrasound in the treatment of reflex sympathetic dystrophy syndrome (c. 51).
- 45 Norman Harden, R., Swan, M., King, A., Costa, B., Barthel, J. (2006) Treatment of Complex Regional Pain Syndrome: Functional Restoration. *The Clinical Journal of Pain*, 22 (5), 420-424.

Minimal İnvaziv Lumbal Cerrahi Yaklaşımları Sonrası Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Araş. Gör. Fzt. Yasemin ÖZEL, Doç Dr Özlem ÜLGER

Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü

E-mail: yasemin.ozel@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Bireylerin pek çoğu yaşamları boyunca en az bir kez bel ağrısı deneyimlemektedir. Bel ağrılı bireylerin % 10'unda veya daha fazlasında ağrı üç aydan uzun süre devam etmektedir. Bel ağrısı; temelindeki sebepler açısından çoğunlukla spesifik ve non-spesifik olarak sınıflandırılır. Bel ağrılarının %10'unu spesifik bel ağrıları oluştururken, %90'lık kısmı ise non-spesiftir. Non-spesifik bel ağrılarında altta yatan patoloji tam olarak aydınlatılmadığından, ağrı ve diğer semptomlarla baş etmek oldukça güçtür. Bu nedenle, bel ağrısının değerlendirme ve tedavisi, çok yönlü bakış açısı gerektirmektedir. Son yıllarda bel ağrısı tedavisinde interdisipliner yaklaşımın önemi vurgulanmaktadır. Bel ağrısı, fizyoterapi yöntemleri ve medikal tedaviye cevap vermeyen hastalarda, mutlak cerrahi endikasyon yoksa; algolojik yöntemler uygulanabilmektedir. En sık uygulanan yöntem Epidural Steroid Enjeksiyonu (ESI) olmakla birlikte, Faset Eklem Radyofrekans Denervasyonu (RF) ve Sakral Epiduroskopik Lazer Dekompresyon (SELD) gibi çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Ancak yapılan çalışmalar özellikle ESI ve RF uygulamalarının etkisinin genellikle 6 aya kadar sürdüğünü, ilerleyen zamanlarda etkisinin giderek azaldığını göstermiştir. Bu nedenle bireyin algolojik işlemler sonrası, fizyoterapi programına dahil edilmesi gerekmektedir. Algolojik işlem sonrası oluşan ağrısız dönemin, kişiye özel olarak planlanmış fizyoterapi uygulamalarıyla değerlendirilmesi, hastaların bel ağrılarının tekrarlamasını önleyebilir. Bu görüşten yola çıkarak, bu bölümde minimal invaziv lumbal cerrahi yaklaşımları sonrası fizyoterapi ve rehabilitasyonun etkinliği incelenecektir.

Anahtar Kelimeler: Bel ağrısı, Minimal invaziv cerrahi, Fizyoterapi

ABSTRACT

Many people experience low back pain at least once in their lifetime. In 10% or more of individuals with low back pain, the pain lasts longer than three months. Backache; are often classified as specific and non-specific in terms of their underlying causes. 10% of low back pain is specific and 90% is non-specific. Because the pathology of non-specific low back pain is not fully understood, it is difficult to cope with pain and other symptoms. For this reason, evaluation and treatment of low back pain requires a wide perspective. The importance of interdisciplinary approach in the treatment of low back pain has been emphasized in recent years. If there is no indication of absolute surgery patients who have not responded to back pain physiotherapy methods and medical treatment, algological methods can be applied in recent years. The most commonly applied method is Epidural Steroid Injection and various methods such as Facet Joint Denervation and Sacral Epiduroscopic Laser Decompression (SELD) are also applied. Therefore, individuals who have undergone minimally invasive surgery should be included in the physiotherapy program after surgery. Based on this idea, the efficacy of physiotherapy and rehabilitation after minimally invasive lumbal surgery is analysed in this chapter.

Key Words: Low back pain, Minimal invasive lumbar surgery, Physiotherapy

1. GİRİŞ

Ağrı tarihi insanlık tarihi kadar eskidir ve insanoğlu varoluşundan beri ağrı ile mücadele etmek için çeşitli yollar aramıştır (1). Bel ağrısı ise tanım olarak, 12. kosta ile alt gluteal çizgi arasında lokalize olan bazı durumlarda bacağı yayılan ağrının da eşlik edebildiği, ağrı ve gerginlik hissi olarak ifade edilmektedir. Bireylerin %60 ile %90'ı yaşamlarının bir döneminde bel ağrısı ile kar-

şılaşmaktadır (2). Bel ağrısı devam ettiği süreye göre akut bel ağrısı (<6 hafta), subakut bel ağrısı (6 hafta ila 3 ay arası) ve kronik bel ağrısı (>3 ay) olarak sınıflandırılır. Hastaların % 10'unda veya daha fazlasında ağrı üç aydan uzun süre devam edebilir. Bel ağrısı; temelindeki sebepler açısından ise çoğunlukla spesifik ve non-spesifik olarak sınıflandırılır. Spesifik bel ağrıları altta yatan patolojinin tam olarak anlaşıldığı bel ağrılarıdır

ve tüm bel ağrılarının yalnızca %10'unu oluşturmaktadır. Nonspesifik bel ağrıları ise altta yatan patolojinin tam olarak aydınlatılamadığı bel ağrılarıdır ve bu yönüyle non-spesifik bel ağrılarının değerlendirme ve tedavileri oldukça güçtür.

Bel ağrısı tedavisinde, hastanın farmakolojik, girişimsel, cerrahi, fiziksel ve psikolojik açıdan değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, bel ağrısının değerlendirilmesi ve tedavisi, genellikle çok yönlü bakış açısı ve interdisipliner yaklaşım gerektirmektedir.

2. MİNİMAL İNVAZİV LUMBAL CERRAHİ YAKLAŞIMLARI (ALGOLOJİK İŞLEMLER)

İkinci Dünya Savaşı sonrası ağrı ve tedavisi konusunda önemli gelişmeler yaşanmıştır. Yine bu yıllarda ağrı ile baş edebilmek için multidisipliner yaklaşıma ihtiyaç olduğu fikri ortaya atılmıştır (1, 3). Multidisipliner bakış açısının olumlu etkileri fark edilince ağrı klinikleri kurulmaya başlanmıştır (4). 1954 yılında algolojinin babası olarak da bilinen J.J. Bonica "Management of Pain" adlı kitabını yayınlamıştır. 1965 yılında R. Melzack ve P.Wall'un "Kapı Kontrol Teorisi" ile ağrı çalışmalarının bugün ki temelleri atılmıştır (1, 5). Ülkemizde ise algoloji, 20. Yüzyılın başlarında gelişmeye başlamıştır. 1986 yılında Türk Algoloji Derneği kurulmuş ve Ağrı dergisini 1987 yılından itibaren yayınlamaya başlamıştır.

Günümüzde minimal invaziv cerrahiler, ağrı ile başetmek amacıyla çok çeşitli alanlarda kullanılmaktadır. Özellikle kolumna vertebralis problemlerinde, kranial, servikal, torasik, lumbal ve

pelvik bölgeden uygulama yapılabilmektedir. Bel ağrısı tedavisinde de çok çeşitli minimal invaziv cerrahi yaklaşımları mevcuttur. Bunların başlıcaları;

- Epidural Steroid Enjeksiyonu (ESİ)
- Faset Eklem Radyofrekans Denervasyonu (RF)
- Sakral Epidurosopik Lazer Dekompresyon (SELD)
- Trigger Point Enjeksiyonları
- Periferik Sinir Blokları
- İmplant ile Uygulama Sistemleri
- Subaraknoid İnfüzyon
- İntradiskal Girişimlerdir.

Bunlardan en sık uygulananları ESİ, RF ve SELD işlemleridir.

2.1. EPİDURAL STEROİD ENJEKSİYONU (ESİ)

Ağrı tedavisinde kullanılan ve cerrahi dışı bir uygulama olan ESİ, kortikosterooidlerin epidural alana enjeksiyonu olarak tanımlanabilir. Corning, ilk kez epidural anestezi uygulayan kişi olarak kabul edilmektedir. 1885'te yayınladığı bir vaka da köpek ve insanda, spinal aralığa kokain verdiğinden bahsetmiştir (6). Modern anlamda epidural aneljezi ise daha çok 1940'larda kullanılmaya başlanmıştır (7). Tarihi çok yeni olmamasına karşın hala endikasyon sınırları, uygulama teknikleri ve etkinlikleri konusunda tartışmalar sürmektedir. Lumbal bölgede başarı oranları, uygulanan tekniğe bağlı olarak %20-95 arasında değişmektedir (8).



Şekil 1. Lumbal bölgede ağrıya neden olan yapılar ve bu yapıları innerve eden sinirler

ESİ'nin ağırlı hastalarda semptomları azalttığını gösteren çalışmalar mevcuttur. 24 bel ağırlı katılımcı ile yapılan bir çalışma sonucuna göre ESİ; 1. ayda 78,7%, 2. ayda 55,3%, 3. ayda 27,7% oranında ağrıda azalma sağlamaktadır (9). 140 spinal stenozlu hastanın dahil edildiği bir diğer çalışma da ESİ uygulamasından 6 -36 ay (ortalama 17 ay) geçtikten sonra hastalara fonksiyonel durumunu değerlendirmeye yönelik sorular sorulmuştur. Sonuç olarak spinal stenozlu hastaların 1/3'ünde fonksiyonel durumda gelişme ve 2 aydan daha uzun süre ağrıda azalma olduğu gösterilmiştir (10). Bu alanda yapılan bir diğer çalışmada ise transforaminal ESİ uygulamasının, MRI bulguları, nörolojik muayene ve Slump testi üzerine etkileri değerlendirilmiştir. İşlem sonrası 3. haftada MRI bulguları ve nörolojik muayene bulgularında değişim olmazken, Slump testinde anlamlı derecede fark bulunduğu ifade edilmiştir (11). Bu bağlamda, ESİ uygulamaları hastanın semptomlarını çoğunlukla geçici olarak azaltan, hastayı fizyoterapi programına hazırlayan bir uygulama denilebilir.

ESİ, servikal ve lumbal bölgelerden interlaminer veya transforaminal girişim teknikleri olmak üzere iki farklı teknikle gerçekleştirilebilir.

2.1.1. Lumbal Epidural Aralık

Lumbal epidural aralık, foramen magnumdan başlayıp sakrokoksigal membrana kadar uzanır. Yanlarda vertebra pediküllerinin periostu ve intervertebral foramenler, önde intervertebral diskler, posterior longiditunal ligament ve kolumna vertebralisten çıkan sinir kökleri, arkada ise ligamentum flavum ile sınırlıdır (12). Bu aralık kan damarları ve yağ dokusu bakımından zengindir. Yağ doku genel vücut yağ oranıyla doğrudan ilişkilidir ve epidural aralığın posteriorunda daha fazladır. Bu durum obez bireylerde işlemin etkinliğini azaltabilmekte ve komplikasyon riskini artırmaktadır (13). Epidural aralığın mevcut negatif basıncı 14 cm H₂O'ya kadar çıkabilmektedir ve bazı tekniklerde de bu basınçtan yararlanılmaktadır. Ancak direnç kaybı yöntemi, bu yöntemle göre daha güvenlidir (1).

Lumbal bölge epidural aralığın en geniş olduğu bölgedir ve genişlik yukarı doğru azalmaktadır. Lumbal bölgede ligamentöz yapılar daha kalındır ve lateral bölge venöz açıdan zengin olduğundan iğne anatomik yapılar göz önünde tutularak yönlendirilmelidir (14). İşlem sonrası çeşitli komplikasyonlar meydana gelebilmektedir. İşlem sonrası, hastalar ile daha çok fizyoterapist olarak bizler zaman geçirdiğinden, olası komplikasyonları bilmek ve gerektiğinde erken müdahale edebilmek oldukça kritiktir.

Endikasyonlar

- Lokalize nöral irritasyon-inflamasyon
- Disk hernisi (bulging, protrüzyon)
- Diskojenik ağrı
- Başarısız bel cerrahi sendromu

Kontrendikasyonlar

Mutlak

- İleri spinal stenoz, spinal instabilite
- Hastanın onayının olmaması
- Kontrast maddeye karşı allerji olması
- Lokal veya sistemik enfeksiyon
- Antikoagülan kullanımı
- Miyelomalazi
- Psikolojik Sorunlar
- Hastanın onay vermemesi

Rölatif

- Gebelik
- Solunumsal hastalıklar
- Kardiovasküler hastalıklar
- İmmüsupresyon

Komplikasyonlar

Tekniğe Bağlı Komplikasyonlar

- Dura ponksiyonu
- Subdural enjeksiyon
- Sinir kökü hasarı
- Epidural hematoma
- Spinal kord yaralanması
- İntradiskal enjeksiyon

Verilen İlaça Bağlı Komplikasyonlar

- Enfeksiyon
- Osteoporoz
- Epidural abse
- Menenjit (1)

2.1.2. İnterlaminer Epidural Steroid Enjeksiyonu

Lumbal interlaminer epidural steroid enjeksiyonu yan yatış ya da yüzüstü yatış pozisyonlarında uygulanabilir. Bu teknik, anestezi amacıyla "direnç kaybı" yöntemi ile uygulanabilse de ağrı tedavisi için mutlaka floroskopi eşliğinde uygulanmalıdır (15). İnterlaminer ESİ ile epidural alanın posterioruna ulaşılmaktadır. Posterior alandaki ligamentler nedeniyle verilen solüsyonun sinir köküne ya da herniasyon dokusuna ulaşımı zordur, bu nedenle daha yüksek volümde ilaç vermek gerekebilir (1). Ayrıca epidural alan dışında da direnç kaybı oluşabileceğinden, direnç kaybı yöntemi ile uygulanıyor olması bir diğer

olumsuz etkisidir (15).

2.1.3. Transforaminal Epidural Steroid Enjeksiyonu

Bu teknik yüzüstü pozisyonda ve mutlaka floroskopi eşliğinde uygulanır. Bu işlemin amacı sinir köküne doğrudan ulaşmaktır. Yapılan çalışmalar bu tekniğin interlaminer ESI'ye göre daha güvenilir olduğunu belirtmektedir.

2.2. FASET EKLEM RADYOFREKANS DENERVASYONU (RF)

Faset eklem ilk kez Goldwait tarafından 1911 yılında tanımlanmış ve patolojisinde bel ağrısına neden olabileceği belirtilmiştir (1). Lumbal faset eklemlerin innervasyonu L1-L5 dorsal ramusun medial dallarından gerçekleşir. Her bir medial sinir bir alt ve üst seviyedeki faset ekleme dal verir. Sonuç olarak her bir faset eklem iki medial dal tarafından innerve edilir. Ancak L5-S1 seviyesinde ki faset eklem yalnızca bir medial sinirden innerve olur (1, 16). Medial dal yalnızca faset eklemi innerve etmediğinden, RF sonrası medial dalın innerve ettiği diğer yapılarında etkilenebileceği akıldan çıkarılmamalıdır. Özellikle multifidus kasının bu işlemten olumsuz etkilenmesi, kliniğe en çok yansıyan bulgu olarak ifade edilebilir. Bir çalışmada, RF sonrası yapılan yüzeyel EMG değerlendirmeleri sonucuna göre multifidus ve erektör spina kas aktivitesinin azaldığı, ancak buna rağmen ağrıdaki azalmaya bağlı olarak yürüme kinematizinin olumlu yönde etkilendiği gösterilmiştir (17).

Faset eklem sendromu, faset eklem kaynaklı bel ve bazen de bacağı yayılabilen ağrı ile karakterize bir durumdur (18). Faset eklemleri innerve eden median sinirlerin radyofrekans enerjisi yardımıyla denervasyonu işlemine faset eklem radyofrekans denervasyonu denir (1). İşlem öncelikle diagnostik amaçla intraartiküler blok ya da medial dal bloğu şeklinde yapılır. Diagnostik işlem sonrası hastanın ağrısında 50% ve daha fazla azalma olmuşsa radyofrekans denervasyon işlemi uygulanabilir (19).

RF sonrası ağrısız dönem kişiye özel olarak planlanmış bir fizyoterapi programı ile desteklenmelidir. Hastanın bu dönemde gerekli egzersiz-

leri yapması ve bel koruma eğitimi alması ağrıların tekrarlamaması açısından önemlidir. Bel ağrılı bireylerde bir çok kronik ağrı olduğu gibi interdisipliner yaklaşımın önemi göz ardı edilmemelidir.

Yapılan bir çalışmada, RF sonrası; ağrı şiddeti, özür seviyesi, ağrı ile ilgili maliyette, ağrı kesici kullanımında azalma, memnuniyette artma olduğu gösterilmiştir. Ancak olumlu yöndeki bu gelişmeler en fazla 3-6. aylarda olurken 6. aydan sonra azalmaya başlamıştır (20). Sonuç olarak, faset eklem kaynaklı bel ağrılı bireylerde, radyofrekans denervasyonunun ağrı, fonksiyon, ağrı kesici kullanımı ve maliyet üzerine kısa vadede olumlu etkileri vardır. Bu sonuç tıpkı ESI' de olduğu gibi RF sonrasında da fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımlarının gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Endikasyonlar

- Faset Sendromu
- Spinal Stenoz
- Radiküler bulgu vermeyen kronik bel ağrısı

Kontrendikasyonlar

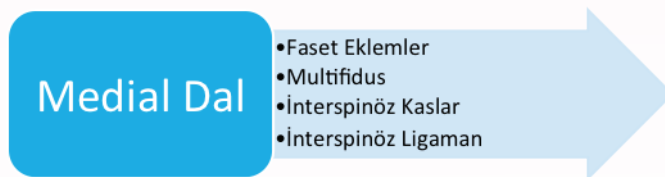
- Enfeksiyon (Enjeksiyon bölgesinde ya da sistemik enfeksiyon)
- Koagülopatiler
- Gebelik
- Hastanın onay vermemesi
- "Pacemaker" kullanımı

Komplikasyonlar;

- Bel ve sırt bölgesinde ağrı: İşlem sonrası bel ve sırt ağrısı oluşabilir. Ancak bu ağrılar birkaç gün sürer. Hastanın bu konuda bilgilendirilmesi önem taşımaktadır.
- Nörit
- Segmental sinir hasarı
- Enfeksiyon (1)

2.3. TRANS-SAKRAL EPİDUROSKOPİK LAZER DEKOMPRESYON (SELD)

Lumbal disk hernili hastalarda, lazer problemleri yardımıyla yapılan diskektomi işlemidir. Hiatus sakralisten önce kılavuz iğne ile girilir, florosko-



Şekil 2. Medial dalın innerve ettiği yapılar

pi ve direkt görüntüleme ile hedef diske ulaşılır. Protrüze olmuş disk, lazer ile küçültülür ve işleme son verilir. Bu işlem epiduroskop sayesinde tanı anında tedaviye izin vermektedir (21). 93 hasta ile yapılan bir çalışmada, epiduroskopik girişim sonrası 45,9% oranında semptomlarda azalma bildirilmiştir (22). Yapılan bir diğer çalışmada, lumbal disk hernili hastalarda yapılan SELD işlemi sonrası ağrıda anlamlı derecede azalma ve günlük yaşam aktivite performansında gelişme olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca işlem sonrası MRI görüntülerinde herniasyon boyutunda ve nöral yapı basısında anlamlı derecede azalma olduğu gösterilmiştir (23).

Endikasyonlar

- Diskojenik ağrı

Kontrendikasyonları

- Koagülasyon bozukluğu,
- Enfeksiyon,
- Gebelik,
- Ciddi böbrek veya karaciğer yetmezliği
- Hastanın onay vermemesi

Komplikasyonlar

- Baş ağrısı
- Enfeksiyon
- Araknoidit
- İntrakranial hemoraji
- Disestezi
- Parestezi
- Sinir kökü yırtılması

3. FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON

Bir önceki bölümde de bahsedildiği gibi algolojik işlem sonrası bireylerin ağrıları azalmaktadır ve bu ağrısız dönemin uygun bir fizyoterapi programı ile desteklenmesi ağrı ve diğer semptomların tekrarlamaması açısından oldukça gereklidir. Bu konuda yapılan bir çalışma interdisipliner yaklaşımın önemine ve özelleştirilmiş rehabilitasyon stratejilerinin gerekliliğine değinmiştir (24). İşlemler sonrası fizyoterapi programı ile ilgili çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle literatürde, işlem sonrası, fizyoterapiye başlama zamanı ve uygulanacak fizyoterapi programının içeriği ile ilgili bilgiler oldukça kısıtlıdır. Bu soruların cevabı hastanın klinik durumuna göre ve işlemi uygulayan doktor ile fikir alışverişi yaparak karar verilmektedir.

Hastaya uygun fizyoterapi ve rehabilitasyon

programını belirleyebilmek için detaylı bir değerlendirme yapmak oldukça önemlidir.

3.1. DEĞERLENDİRME

- Demografik Bilgiler: Yaş, boy uzunluğu, vücut ağırlığı gibi demografik bilgiler sorgulanmaktadır.
- Hikaye: Minimal invaziv lumbal cerrahi geçirmiş hasta grubunda hikaye çok dikkatli ve detaylı sorgulanmalıdır. Özgeçmiş, soygeçmiş, ağrının durasyonu, ağrıyı azaltan ya da artıran faktörler, geçirilmiş işlem sayısı, işlem türü ve seviyesi, kullanılan ilaçlar gibi bilgiler tedavide belirleyici rol oynayacaktır. Hastanın tedaviden beklentisi özellikle sorgulanmalı, fizyoterapi ve rehabilitasyon programının her basamağında hastanın istek ve ihtiyaçları göz önünde bulundurulmalıdır.
- Ağrı Değerlendirmesi: İstirahat, aktivite esnasında ve gece ağrıları, ağrının şiddeti, karakteristiği, lokalizasyonu ve durasyonu sorgulanmaktadır. Ağrıyı değerlendirmek amacıyla Görsel Analog Skala, McGill Ağrı Anketi gibi araçlar kullanılabilir. Basınç ağrı eşiği ölçümü algometre ile yapılabilir (Resim 1). Bel ağrılı bireylerde nöropatik ağrı varlığı mutlaka sorgulanmalıdır. Bu değerlendirme için DN4 anketi kullanılabilir.



Resim 1

- Palpasyon: Minimal invaziv işlem sonrası;
 - Paravertebral Kaslar
 - M.Quadratus Lumborum
 - M.Piriformis
 - Sakroiliak Eklem
 - Spina İliaka Posterior Superior
 - Kalça fleksör kaslarına palpasyon yapılmaktadır. Özellikle ESİ sonrası paraver-

tebral kas spazmı olabileceği, bu durumun uygulanan enjeksiyona bağlı olarak gelişebileceği akılda tutulmalıdır (1).

- Normal Eklem Hareketi Ölçümü: Bireylerin özellikle lumbal bölge normal eklem hareket açıklığı ölçülmelidir. Kısıtlılık olması durumunda önce nedeni öğrenilip daha sonra bireye tam normal eklem hareket açıklığı kazandırılmaya çalışılmalıdır.
- Kas Kuvvet Değerlendirilmesi: Hastanın periferik ve derin stabilizatör kaslarının kuvvet ve enduransı değerlendirilmelidir. Derin stabilizatör kasların kuvveti “stabilizer cihazı” kullanılarak değerlendirilebilmektedir. Bel ağırlı bireylerde özellikle transversus abdominis ve multifidus kaslarının kuvvet ve enduransının azaldığı bilinmektedir. Ayrıca faset eklem radyofrekans denervasyonu sonucu multifidus kas aktivasyonunun azaldığı da bilinmektedir (17).



Şekil 3: Stabilizer Cihazı

- Kısıklık Değerlendirilmesi: Hamstring, Piriformis, Gastrocnemius, kalça fleksörleri, lumbal ekstansörler gibi lumbal bölge biyomekanisini etkileyebilecek kasların kısıklığı değerlendirilmektedir.
- Duyu Değerlendirmesi: Lumbal disk hernili bireylerde, sinir basısı olması durumunda özellikle alt ekstremitelere yayılan duyu problemleri görülebilmektedir. Duyu değerlendirmesinde kullanılan çeşitli yöntemler olmakla birlikte sıklıkla Semmes-Weinstein Monofilament Testi uygulanmaktadır.
- Özel Testler:
 - Düz Bacak Kaldırma Testi: Özellikle L5-S1 sinir kökü duyarlılığı için uygulanmaktadır. Slump Testi, vertebral kolonda çıkan tüm sinirlere, özellikle siyatik sinir ve dallarına gerilim uygulayan bir testtir (25, 26). Femoral sinir germe testi ise femoral sinir için uygulanan bir provakasyon testidir. FABER, Pelvik Kompresyon, Sakroiliak Distraksiyon, Geaslen, Shear testleri ise sakroiliak eklem için uygulanan provakasyon testleridir (27).
 - Postür ve Yürüyüş Analizi: Postüral problemlerin zamanla lumbal bölge patolojilerine neden olabildiği bilinmektedir. Aynı zamanda bireyin mevcut ağrısı da postüral problemlere ve yürüyüş parametrelerinde değişmelere yol açabilmektedir (28). Bu nedenle postür ve yürüyüş analizi değerlendirmenin önemli bir kısmını oluşturmaktadır.
 - Fonksiyonel Değerlendirme: Mevcut ağrının, bireyin yaşamını ne ölçüde etkilediğini tespit etmek amacıyla hastanın fonksiyonel açıdan değerlendirilmesi gerekmektedir.



Şekil 4. Lumbal bölge değerlendirilmesinde kullanılan özel testler

Bel ağrısı nedeniyle günlük yaşamda en çok zorlanan, ağrıyı artıran ya da azaltan aktiviteler değerlendirilmektedir. Ayrıca fonksiyonel değerlendirme Oswestry Bel Ağrısı Ölçeği (29), Bel Performans Skalası (30) gibi çeşitli ölçek ve skalalar ile de yapılabilmektedir.

- Kinezyofobi: Bel ağırlı bireylerde hareket korkusu "Korku Kaçınma İnanışları İndeksi, Tampa Kinezyofobi Ölçeği" gibi uygulaması kolay skalalar ile değerlendirilebilir. Kinezyofobi gelişmiş bireyler, inaktif kalma eğilimindedirler ve hareketin ağrıya neden olabileceğini düşünmektedirler (31). Bu nedenle bu bireylerde kinezyofobinin değerlendirilmesi ve hasta eğitimi büyük önem taşımaktadır.

Minimal invaziv lumbal cerrahi geçirmiş bireylerde değerlendirme sonrası sıklıkla;

- Paravertabral kas spazmı
- Bel ağrısı
- Oturma, kalkma, merdiven çıkma gibi aktivitelerde zorlanma,
- Denge problemleri,
- Multifidus kasında zayıflığı ile karşılaşmaktadır.

3.2. TEDAVİ

Minimal invaziv cerrahi sonrası amaç; ağrı ve kas spazmını gidermek, yumuşak dokunun ideal esnekliğe ulaşmasını sağlamak, kaslar arası kuvvet dengesizliğini gidermek, stabilizasyonu bozulmuş segmentlerin sttbilizasyonunu yeniden kazandırmak, fonksiyonel seviyeyi yükseltmek, günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlığı kazandırmak ve yaşam kalitesini artırmaktır.

Literatürde minimal invaziv işlemlerden sonra fizyoterapiye ne zaman başlanması gerektiği konusunda bir görüş bulunmamaktadır. Ancak uygulayan hekim ile yapılan fikir alışverişi sonucuna göre, herhangi bir komplikasyon gelişmemişse, ESİ sonrası 3. günde, RF sonrası 1. haftada, SELD sonrası 2. haftada fizyoterapi ve rehabilitasyon programına başlanabilmesi uygun görülmektedir. Literatürde minimal invaziv işlem sonrası hastalarda özellikle akut evrede sıklıkla kas spazmı ve bu duruma bağlı olarak bel ağrısı görülebilmektedir. Bu nedenle akut evrede daha çok yumuşak dokuya yönelik uygulamalar yapılmaktadır. Bu amaçla akut evrede hastada kas spazmına bağlı bel ağrısı varsa;

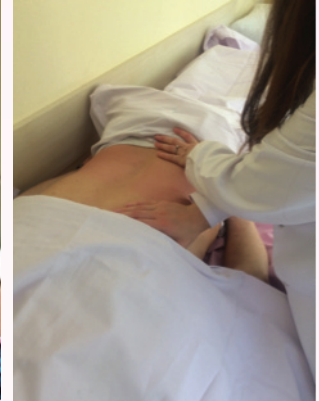
- Yüzeysel ısı ajanları,
- Ultrason,

- TENS,
- Klasik masaj,
- Post-izometrik relaksasyon tekniği,
- Derin friksiyon masajı (**Resim 2a**),
- Miyofasiyal gevşetme teknikleri (**Resim 2b**) uygulanabilmektedir.

Bu uygulamaların genel prensibi yumuşak dokuya olan kan akımını artırarak spazmı çözmek ve ağrı-spazm-ağrı döngüsünü kırmaktır. Kronik bel ağırlı bireylerde, ağırlı dönemlerde konvansiyonel fizyoterapi yöntemlerin (Hot-pack, ultrason, TENS, klasik masaj) spazmı çözmek, ağrıyı seviyesini azaltmak ve hastayı egzersiz programına hazırlamak amacıyla uygulanabileceği belirtilmiştir (32). Akut evrede hastanın klinik durumu da göz önünde bulundurularak egzersiz eğitimine başlanmalıdır. Bu evrede, tedavinin her aşamasında olduğu gibi hasta eğitimi oldukça gereklidir. Kas spazmının enjeksiyon uygulamasına bağlı olarak gelişebileceği ve bu durumun işlemin başarısızlığı anlamına gelmediğini hastaya açıklamak, hastanın tedaviye uyumu açısından önemlidir.



Resim 2a



Resim 2b

3.2.1. EGZERSİZLER

- **Germe Egzersizleri:** Eklem hareketliliğinin tam olarak sağlanabilmesi ve olası yaralanmalardan korunmak için yumuşak dokularda kısıtlılığın giderilmesi gerekir. Bu nedenle germe egzersizleri tedavi programında önemli bir yer tutmaktadır (33). Kısıtlılık testleri sonuçlarına göre karar verilerek sıklıkla Hamstring, Priformis, Lumbal esktersör kaslarına uygulanmaktadır.
- **Gevşeme Egzersizleri:** Sempatik aktivasyonun yüksek olduğu, gevşeme problemi yaşayan kronik ağırlı bireylerde, sempatik aktivasyonu azaltmak ve etkin bir gevşeme sağlamak amacıyla uygulanabilmektedir.



Resim 3a



Resim 3b

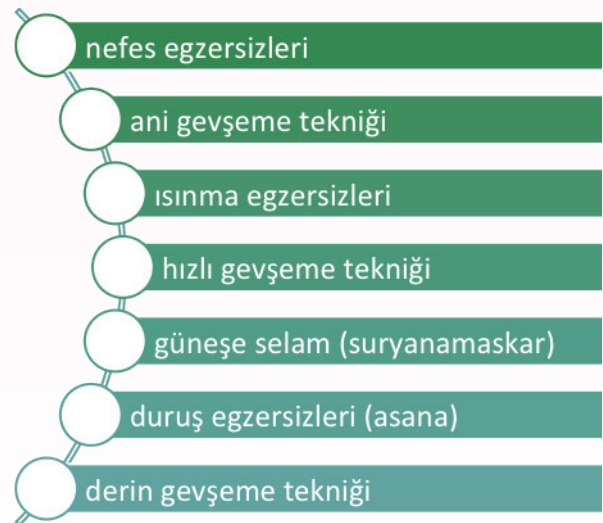


Resim 3c

- **Kuvvetlendirme Egzersizleri:** Kas kuvvet testleri sonrası zayıf kaslara uygun kuvvetlendirme egzersizleri de fizyoterapi programına eklenmektedir.
- **Spinal Stabilizasyon Egzersizleri:** Spinal stabilizasyon egzersizleri, tedavinin en önemli parçasını oluşturmaktadır. İlk kez Panjabi tarafından ortaya atılan spinal stabilizasyon modeli; pasif kas iskelet sistemi, aktif kas iskelet sistemi ve nöral sistem olmak üzere 3 alt sistemden oluşmaktadır (34). Sağlıklı bireylerde bu üç alt sistem koordinasyon içerisinde çalışmaktadır. Ancak bel ağrılı bireylerde sistemlerden birinde olan bir problemin diğer sistemler tarafından giderilemediği düşünülmektedir (35). Lumbal bölgenin stabilizasyonunda çekirdek (core) kaslar olarak da isimlendirilen diyafram, multifidus, transversus abdominus (TrA) ve pelvik taban kasları büyük önem taşımaktadır. Spinal stabilizasyon egzersizleri, çekirdek kas gruplarının koordineli aktivasyonunu sağlayan bir egzersiz modelidir. Bu egzersiz modeli çeşitli aşamaları içermektedir. Öncelikle hastaya güvenli spinal hareketler ve kolumna vertebralisin nötral pozisyonu ile ilgili farkındalık eğitimi verilerek başlanır. Daha sonra hastaya nötral pozisyonu koruyarak çekirdek kasları nasıl aktive etmesi gerektiği öğretilir (**Resim 3a**). Ardından global kaslar da aktive edilerek dinamik stabilizasyon geliştirilir (**Resim 3b**). Kuvvet ve endurans gelişimi için tekrar sayısı artırılır ve dirençli eğitime geçilir (**Resim 3c**). Ardından denge ve stabilizasyon yeteneğini artırmak amacıyla ritmik stabilizasyon teknikleri uygulanır. İlerleyen evrelerde, TrA aktivasyonu korunarak pozisyonlar arası geçiş eğitime başlanır. Son olarak da tüm eğitimler stabil olmayan yüzeylerde verilerek stabilizasyon geliştirilebilir (36).

Özellikle RF sonrası multifidus kası zayıfladığından spinal stabilizasyon egzersizlerine erken evrede başlanmalı ve hastanın klinik durumuna bağlı olarak egzersizler dinamik stabilizasyonu geliştirecek şekilde ilerletilmelidir. Yapılan çalışmalar spinal stabilizasyon egzersizleri ile birlikte multifidus kası kas kesit alanında artış olduğunu belirtmiştir (37). Sonuç olarak; spinal stabilizasyon egzersizleri kronik bel ağrılı bireylerde ağrı seviyesini azaltma ve fonksiyonu geliştirmede oldukça etkili egzersizlerdir.

- **Yoga:** Hindistan'dan doğarak yayılmaya başlayan yoga, uzun yıllardır Batı dünyasında da potansiyel fizyolojik ve psikolojik etkileri nedeniyle klinik olarak kullanılmaktadır. Yoga, bel ağrılı hastalarda, ağrıyı azaltma ve fonksiyonu geliştirmede kısa dönemde güçlü, uzun dönemde ise orta düzeyde etkinliği kanıtlanmış, güvenli bir uygulamadır (38). Bu nedenle minimal invaziv lumbal cerrahi yaklaşımları sonrası hastalara güvenle uygulanabilmektedir. Yoga aşağıda belirtildiği gibi çeşitli egzersizlerden oluşmaktadır.



Şekil 5. Yoganın alt basamakları

Yapılan bir sistematik derlemede, yoganın egzersize göre üstünlüğünün olmadığı ancak egzersiz ile birlikte uygulandığında ağrı seviyesinde azalma ve yaşam kalitesindeki artışın daha fazla olduğu belirtilmiştir (38). Ayrıca bireylerin stres seviyeleri üzerine olumlu etkileri olmakla birlikte bireylerin daha sosyal olmalarını sağlamaktadır.

3.2.2 HASTA EĞİTİMİ

Minimal invaziv lumbal cerrahi yaklaşımı sonrası fizyoterapi ve rehabilitasyon programına dahil olmak üzere başvuran hastalara ilgili işlem, olası komplikasyonları ve işlem sonrası süreç ile ilgili bilgilendirme yapılmalıdır. Hastalar minimal invaziv işlem sonrası bazen çok büyük beklentiler içine girmekte bazen de bu durumun aksine umutsuzluğa kapılabilmektedir. Öncelikle yapılan uygulamanın ağrı üzerine olan etkisinin geçici olabileceği, bu nedenle mutlak bir fizyoterapi programına dahil olması gerektiği hastaya anlatılmalıdır. Hastaların ağrısız dönemi, kişiye özel olarak planlanmış bir fizyoterapi ve rehabilitasyon programına dahil olarak değerlendirmeleri gerektiğinin altı çizilmelidir. Eğer hastaların ağrıları uygulanan işlem sonrası azalmamışsa, bu durumun enjeksiyon sonrası bir kas spazmına bağlı olabileceği, ancak geçici bir dönem olduğu konusunda hasta bilinçlendirilmelidir. Ayrıca hasta olası komplikasyonlar konusunda da eğitilmeli ve bu komplikasyonlardan şüphelendiğinde doktora başvurması gerektiği vurgulanmalıdır.

4. SONUÇ

Minimal invaziv lumbal cerrahiler, son dönemlerde bel ağrılı bireylere uygulanan güncel tedavi yaklaşımlarındandır. Uygulanan işlem, hastalara ağrısız bir dönem sağlamaktadır. Bu dönem geçici olabilmekte ve ağrılar tekrarlayabilmektedir. Bu ağrısız dönemin kişiye özel olarak planlanmış bir fizyoterapi ve rehabilitasyon programı ile değerlendirilmesi ağrıların tekrarlama açısından çok önemlidir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, minimal invaziv cerrahinin interdisipliner tedavi yaklaşımının bir parçası olması gerektiğini belirtmektedir. Literatüre bakıldığında, minimal invaziv lumbal cerrahilerde uygulanan fizyoterapi ve rehabilitasyonu içeren çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Ancak klinik olarak bakıldığında, minimal invaziv lumbal cerrahi sonrası bireylerin yoğun bir fizyoterapi programına ihtiyaç duyduğu söylenebilir.

TEŞEKKÜR

Seminer konumun belirlenmesinde ve sunum sürecinin her aşamasında akademik bilgi ve de-

neyimlerini büyük bir sabır ve özveriyle benimle paylaşan sayın danışman hocam Doç.Dr. Özlem ÜLGER'e, değerli katkılarından dolayı Dr.Fzt. Aynur DEMİREL'e, desteğini her zaman hissettiğim sevgili eşim Fzt. Abdurrahim ASLIYÜCE'ye teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

1. Erdine S. Ağrı tedavisinde girişimsel yöntemler. AN-KEM Derg. 2002;16(3):182-4.
2. Frymoyer JW. Back pain and sciatica. New England Journal of Medicine. 1988;318(5):291-300.
3. Rey R. The history of pain. 1995.
4. Oppenheimer JH, DeCastro I, McDonnell DE. Minimally invasive spine technology and minimally invasive spine surgery: a historical review. Neurosurgical focus. 2009;27(3):E9.
5. Thongtrangan I, Le H, Park J, Kim DH. Minimally invasive spinal surgery: a historical perspective. Neurosurgical focus. 2004;16(1):1-10.
6. Odom CB. Epidural anesthesia. The American Journal of Surgery. 1936;34(3):547-58.
7. Brill S, Gurman G, Fisher A. A history of neuraxial administration of local analgesics and opioids. European journal of anaesthesiology. 2003;20(9):682-9.
8. Ackerman III WE, Ahmad M. The efficacy of lumbar epidural steroid injections in patients with lumbar disc herniations. Anesthesia & Analgesia. 2007;104(5):1217-22.
9. Loewen K, McKillop C, Ie Matsumoto C, Minty R, Morgan J, Kelly L. Interlaminar epidural steroid injections for low back pain in rural Ontario. Canadian Journal of Rural Medicine. 2016;21(4):95-100.
10. Delport EG, Cucuzzella AR, Marley JK, Pruitt CM, Fisher JR. Treatment of lumbar spinal stenosis with epidural steroid injections: a retrospective outcome study. Archives of physical medicine and rehabilitation. 2004;85(3):479-84.
11. Ekedahl H, Jönsson B, Annertz M, Frobell RB. Three week results of transforaminal epidural steroid injection in patients with chronic unilateral low back related leg pain: The relation to MRI findings and clinical features. Journal of back and musculoskeletal rehabilitation. 2016;29(4):693-702.
12. Aslan K, Tuncel G. Epidural Analjezi ve Komplikasyonları. Türkiye Klinikleri Journal of Medical Sciences. 2003;23(5):430-6.
13. Patel N, Bagan B, Vadera S, Maltenfort MG, Deutsch H, Vaccaro AR, et al. Obesity and spine surgery: relation to perioperative complications. Journal of Neurosurgery: Spine. 2007;6(4):291-7.
14. Pekel E. Epidural mesafe ile antropometrik ölçümleri korelasyonu: Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi; 2011.
15. Schaufele MK, Hatch L, Jones W. Interlaminar versus transforaminal epidural injections for the treatment of symptomatic lumbar intervertebral disc herniations. Pain Physician. 2006;9(4):361.
16. Yentür EA. Kronik bel ağrılarında girişimsel yöntemler.
17. Stegemöller EL, Roper J, Hass CJ, Kennedy DJ. Changes in gait kinematics and lower back muscle activity post-radiofrequency denervation of the zygapophysial joint: a case study. The Spine Journal. 2015;15(6):e21-e7.
18. Cohen SP, Raja SN. Pathogenesis, diagnosis, and treat-

- ment of lumbar zygapophysial (facet) joint pain. *Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists*. 2007;106(3):591-614.
19. Gurbet A, Şahin Ş. Ağrı Tedavisinde Girişimsel Yöntemler. *Türkiye Klinikleri Journal of Internal Medical Sciences*. 2006;2(5):26-9.
 20. Burnham RS, Holitski S, Dinu I. A prospective outcome study on the effects of facet joint radiofrequency denervation on pain, analgesic intake, disability, satisfaction, cost, and employment. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2009;90(2):201-5.
 21. Jo DH, Yang HJ. The survey of the patient received the epiduroscopic laser neural decompression. *The Korean journal of pain*. 2013;26(1):27-31.
 22. Ruetten S, Meyer O, Godolias G. Endoscopic surgery of the lumbar epidural space (epiduroscopy): results of therapeutic intervention in 93 patients. *min-Minimally Invasive Neurosurgery*. 2003;46(01):1-4.
 23. Lee SH, Lee S-H, Lim KT. Trans-Sacral epiduroscopic laser decompression for symptomatic lumbar disc herniation: A preliminary case series. *Photomedicine and laser surgery*. 2016;34(3):121-9.
 24. Price C, Arden N, Coglani L, Rogers P. Cost-effectiveness and safety of epidural steroids in the management of sciatica. *Health Technology Assessment*. 2005;9(33):1-58.
 25. Last AR, Hulbert K. Chronic low back pain: evaluation and management. *American family physician*. 2009;79(12).
 26. Majlesi J, Togay H, Ünal H, Toprak S. The sensitivity and specificity of the Slump and the Straight Leg Raising tests in patients with lumbar disc herniation. *JCR: Journal of Clinical Rheumatology*. 2008;14(2):87-91.
 27. Al-Subahi M, Alayat M, Alshehri MA, Helal O, Alhasan H, Alalawi A, et al. The effectiveness of physiotherapy interventions for sacroiliac joint dysfunction: a systematic review. *J Phys Ther Sci*. 2017 Sep;29(9):1689-94. PubMed PMID: 28932014. Pubmed Central PMCID: PMC5599847. Epub 2017/09/22. eng.
 28. Schmidt H, Bashkuev M, Weerts J, Graichen F, Altnscheidt J, Maier C, et al. How do we stand? Variations during repeated standing phases of asymptomatic subjects and low back pain patients. *Journal of biomechanics*. 2017 Jun 21. PubMed PMID: 28683929. Epub 2017/07/08. eng.
 29. Hasaneferendioğlu EZ, Sezgin M, Sungur MA, Çimen ÖB, İncel NA, Şahin G. Kronik Bel Ağrılı Hastalarda Sağlıkla İlişkili Yaşam Kalitesi: Ağrı, Klinik ve Fonksiyonel Durumun Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisi. *Journal of Physical Medicine & Rehabilitation Sciences/Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Bilimleri Dergisi*. 2012;15(2).
 30. Magnussen L, Strand LI, Lygren H. Reliability and validity of the back performance scale: observing activity limitation in patients with back pain. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004 Apr 15;29(8):903-7. PubMed PMID: 15082994. Epub 2004/04/15. eng.
 31. Oostendorp RAB, Elvers H, Mikolajewska E, Laekeman M, Roussel N, van der Zanden O, et al. Pain-related fear of (re-)injury in patients with low back pain: Estimation or measurement in manual therapy primary care practice? A pilot study. *Journal of back and musculoskeletal rehabilitation*. 2017 Jun 02. PubMed PMID: 28655129. Epub 2017/06/29. eng.
 32. Koldas Dogan S, Sonel Tur B, Kurtais Y, Atay MB. Comparison of three different approaches in the treatment of chronic low back pain. *Clinical rheumatology*. 2008 Jul;27(7):873-81. PubMed PMID: 18188660. Epub 2008/01/12. eng.
 33. Otman A, Köse N. Egzersiz tedavisinde temel prensipler ve yöntemler. *Meteksan AŞ*. 2006.
 34. Panjabi MM. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Clinical Spine Surgery*. 1992;5(4):383-9.
 35. Lovely TJ, Rastogi P. The value of provocative facet blocking as a predictor of success in lumbar spine fusion. *Clinical Spine Surgery*. 1997;10(6):512-7.
 36. Kisner C, Colby LA. *Therapeutic exercise: foundations and techniques*: Fa Davis; 2012.
 37. Haladay DE, Miller SJ, Challis J, Denegar CR. Quality of systematic reviews on specific spinal stabilization exercise for chronic low back pain. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2013;43(4):242-50.
 38. Cramer H, Lauche R, Haller H, Dobos G. A systematic review and meta-analysis of yoga for low back pain. *The Clinical journal of pain*. 2013;29(5):450-60.

Egzersiz Hormonu: İrisin

Uzm. Fzt. Sercan Önal

Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü

E-mail: sercanonal@gmail.com

ÖZET

Düzenli fiziksel aktivitenin/egzersizin sağlığı geliştiren etkilerinin varlığı kesin olarak bilinmekle beraber, bu etkilerin altında yatan moleküler, hücresel ve sistemik mekanizmalar hala tam olarak netlik kazanmamıştır. İskelet kasının parakrin veya endokrin karakterde hareket eden miyokinler üreten ve salgılayan bir endokrin organ olduğu yakın zamanda ortaya çıkmıştır. Bunların arasında, fiziksel olarak egzersiz yapıldıktan sonra iskelet kası tarafından üretilen, yeni tanımlanan miyokin İrisin, başlangıçta beyaz yağ dokusunda enerji harcanmasını teşvik edebilen bir molekül olarak tanımlanmıştır. Bu da toplam vücut enerji harcamalarında artışa neden olmaktadır. Kastan köken alan ve egzersizle uyarılarak dolaşıma salınan irisin deri altı adipoz dokuların kahverengileşmesini sağlamaktadır. Egzersiz, vücut ağırlığını azaltmak, enerji harcamasını artırmak ve metabolik işlev bozukluklarını iyileştirmek için kullanılan major stratejilerden biridir. İrisin egzersizin fizyolojik etkilerini taklit etmek ve dolayısıyla metabolik hastalıkları tedavi etmek için potansiyel bir terapötik aday olarak düşünülmektedir. Bulunduğundan bu yana, egzersizin dolaşımdaki irisin düzeyleri üzerindeki etkisini incelemek için çeşitli egzersiz çalışmaları yapılmıştır.

Anahtar kelimeler: egzersiz, kahverengi yağ dokusu, obezite

ABSTRACT

While the existence of health-promoting effects of regular physical activity / exercise is well known, the molecular, cellular and systemic mechanisms underlying these effects are still unclear. It has recently emerged that skeletal muscle is an endocrine organ that produces and secretes myokines that act as paracrine or endocrine. Among these, the newly identified myokine irisin, which is produced by the skeletal muscle after physical exercise, is initially described as a molecule that can promote energy expenditure in the white adipose tissue. This causes an increase in total body energy expenditure. Irisin is secreted from muscle into the bloodstream in response to exercise that causes the browning of subcutaneous adipose tissue. Exercise is one of the major strategies used to reduce body weight, increase energy expenditure and improve metabolic dysfunction. Irisin is considered to be a potential therapeutic candidate for mimicking the physiological effects of exercise and hence treat metabolic diseases. Since then, various exercise interventional studies have been performed to examine the effect of exercise on circulating irisin levels.

Key words: exercise, brown adipose tissue, obesity

1. GİRİŞ

Egzersiz kan glukozu ve lipid seviyeleriyle birlikte kardiyovasküler fonksiyonun geliştirilmesi yoluyla sayısız metabolik hastalığın önlenmesinde ve tedavisinde anahtar eleman olarak düşünülmektedir (1). Egzersizin diyabet gibi metabolik hastalıkları önlediği ve tedavi ettiği bilinmektedir. Bununla birlikte altta yatan mekanizma tam olarak netlik kazanmamıştır (2).

İskelet kası vücudun en büyük organıdır ve daha çok postür ve hareket sırasındaki mekanik rolleri ile karakterizedir. Bununla birlikte, son kanıtlar iskelet kasının sadece hareket için bir organ olmadığını aynı zamanda fizyolojik faktörlerin

salgılanmasında da rol oynadığını açığa çıkarmıştır. İskelet kası son zamanlarda fiziksel aktivite sırasında veya hemen sonrasında salgıladığı miyokinlerle, dolaşıma salınan hormonlarla endokrin organ olarak su yüzüne çıkmıştır (3). Birçok tip peptid iskelet kası tarafından üretilir, ifade edilir ve salgılanır, bunlar miyokinler olarak sınıflandırılmaktadır (4). Miyokinlerin, miyogenezis (5), yağ oksidasyonu (6), osteogenezis (7), endotel fonksiyonu (8) ve yağ dokusu kahverengileşmesi (9) gibi çeşitli fizyolojik fonksiyonlarda yer aldığı bilinmektedir. Kas kasılmalarına yanıt olarak salgılanırlar (10). Bu nedenle, miyokinler ile obezite ve diyabet gibi fiziksel hareketsizlikle ilgili kronik hastalıklar arasındaki ilişkinin anla-

şılmasında yararlı bir ipucu sağlayabilirler (10).

2. OBEZİTE

Obezite, belirgin bir ekonomik yük ile ilişkili olarak giderek artan dünya çapında bir sağlık sorunudur. Obezite, harcanan kaloringin miktarına kıyasla kronik aşırı kalori (kcal) tüketiminden kaynaklanmaktadır. Yağsız kütle, 24 saatlik enerji harcamalarındaki varyansın yaklaşık % 80'ini açıklayabilyorken (11), bireyler arasında enerji gereksiniminde hala kayda değer bir değişkenlik mevcuttur. Yetişkinlerde enerji harcaması genellikle yağsız kütle ile korelasyona sahiptir, ancak benzer yağsız kütleyle sahip bireyler arasında yaş, vücut kütle indeksi(VKİ), cinsiyet veya herhangi bir fenotipik özellik ile açıklanamayan önemli değişkenlik vardır (12). Enerji harcamasındaki % 20 varyasyon, genel popülasyonda obezitenin yaygınlığı ve şiddeti üzerinde muhtemelen büyük bir etkiye sahiptir. Buna rağmen, bu farkın altında yatan biyolojiyi anlamak, enerji harcamasını düzenleyen yeni genlerin tanımlanması ve enerji harcamasını modüle etmek için etkili terapilerin geliştirilmesi zor olmuştur (12).

Obezite, belirgin morbidite ve tip II diyabet, kardiyovasküler hastalık riski gibi obezite kaynaklı hastalıklardan mortalite sebebi olan dünyadaki en yaygın metabolik hastalıklardan biridir (13). Obezite, enerji alımının enerji harcamasını aşması durumunda gelişir(14) ve esasen aşırı yağ dokusu ile karakterizedir (15, 16). Obezitenin varlığı kardiyovasküler hastalıklar, tip II diyabet, uyku apnesi ve hipertansiyon gibi komorbid durumların artışına katkıda bulunmaktadır. Obez bireylerde özellikle tip 2 diyabet gelişme riski oldukça yüksektir (15). Bu nedenle obezite prevalansını azaltmak için terapatik stratejilerin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. İskelet kası hücreleri otokrin, parakrin ve endokrin karakterde sitokinler/peptidler(miyokin) salgılayarak çeşitli sinyal yollarında görev almaktadır (17). Miyokinlerin egzersizin akut ve kronik yararlarına katkıda bulunduğu bilinmektedir, bu nedenle de obezitenin tedavisinde terapatik ajan olarak hizmet edebilmektedir (17).

3. İRİSİN HORMONUNUN KEŞFİ

Kastan salınan ve miyokin olarak adlandırılan çeşitli sitokinlerin egzersizin sistemik düzeydeki etkilerinde arabuluculuk yaptığı düşünülmektedir (1). Miyokinlerin kas büyümesini ve hipertrofiyi uyardığı, yağ oksidasyonunu artırdığı, insülin duyarlılığını artırdığı ve antiinflamatuvar aktiviteyi indüklediği bilinmektedir (18).

Egzersiz, egzersiz sırasında enerji harcamasından dolayı beklenenden daha fazla kilo kaybı oluşturduğu bilinmektedir. Şimdiye kadar bu orantısız kilo kaybının moleküler mekanizması bilinmiyordu. Bruce M. Spiegelman ve arkadaşları tarafından 2012'de keşfedilen ve Yunan tanrıça İris'den(Yunan mitolojisinde Tanrılar arasında bir elçi olarak görev yapan) esinlenilerek İrisin olarak isimlendirilen yeni bir miyokinin (9, 19), glikoz homeostazında egzersize bağlı gelişmeden sorumlu hormon olduğu tespit edilmiştir. Bu hormonun deri altı yağ dokusunun kahverengileşmesinden sorumlu olduğu bulunmuştur ve bu nedenle antiobezite ve antidiyabetik etkiden sorumlu olarak düşünülmektedir (20).

Egzersiz, memelilerde çeşitli organ sistemlerine yarar sağlar ve kas üzerine en iyi bilinen etkilerinden bazılarını transkripsiyonel koaktivatör PGC1 α aracılık etmektedir. Kastaki PGC1 α ekspresyonu, bir membran proteini olan FNDC5'in ekspresyonunda artışı uyarır. Bu protein ayrıştırıcı ve egzersizden sonra irisin olarak salgılanır (9, 21). Boström ve ark. egzersiz antrenmanının insan iskelet kasında beyaz yağın kahverengi yağ dönüşmesini sağlayan irisini üreten FNDC5 geninin ekspresyonunu uyardığını bildirmişlerdir (22). İnsan iskelet kasında hepsi sağlığın gelişmesine katkı sağlayan egzersiz antrenmanı ile aktive olan 1000'den fazla gen bulunmaktadır (22).

İrisin, beyaz adipoz hücreler üzerine etki yapar ve UCP1 proteininin ekspresyonunu ve büyük oranda kahverengi yağ gelişimini uyarır. İrisin, farelerde ve insanlarda egzersiz ile indüklenir ve kandaki irisin seviyesindeki hafif artış hareket veya gıda alımında herhangi bir değişiklik olmayan farelerde enerji harcamasında artışa neden olmaktadır. Bu, obezite ve glikoz homeostazında iyileşmelere neden olur. İrisin, insanlardaki metabolik hastalıklar ve egzersizle iyileşen diğer bozukluklar için terapatik bir protein olarak düşünülebilir (9). Bu nedenle irisinin yeni keşfi, potansiyel terapatik ajan olarak dikkat kazanmasını sağlamıştır (17).

İrisin egzersize cevap olarak kastan salgılanan izole bir hormondur ve insanlarda kilo kaybı ve termoregülasyon gibi egzersizin olumlu etkilerinden bazılarını düzenler. Fare, rat ve insan irisin hormonu %100 benzerlik göstermektedir; insülin için benzerlik oranı %85, glukagon için %90, ve leptin için % 83'tür (21). İskelet kasları tarafından salgılanan ve egzersizle artan irisin, tahminen 22 kDa'lık bir molekül kütleli olan 111 amino asit içeren küçük bir polipeptid hormondur (23).

İrisin enerji homeostazı ve metabolizmanın düzenlenmesinde yer alarak iskelet kası ve diğer

organlar arasındaki etkileşimle ilgili daha önceki bilgilerimizin boşluğunu tamamlamak için köprü görevi görecektir bir miyokindir. İrisin beyaz yağ dokusunun kahverengileşmesindeki rolüyle termogenez kaynaklı enerji harcamasını artırarak sistemik metabolizmayı geliştirir (3). İrisin düzeyleri enerji harcamaları ile korelasyon gösterir (12). İrisinin farelerde ve insanlarda çeşitli fizyolojik/patofizyolojik durumla bağlantılı olduğunu bildiren sayısız çalışma bulunmaktadır. İrisinin özellikle insanlarda artmış metabolik sendrom ve kardiyovasküler hastalık riskiyle ilişkili olduğu gösterilmiştir (1). Artan enerji harcaması, obezitenin önlenmesi için potansiyel ve ilgi çekici bir strateji olarak ortaya çıkmıştır (24). Enerji harcamalarının düzenleyicileri tamamen net olmasa da, adipositler, omurgalılarda enerji dengesini ve besleyici akışı modüle etmede merkezi bir rol oynamaktadır (23).

4. KAHVERENGİ YAĞ DOKUSU

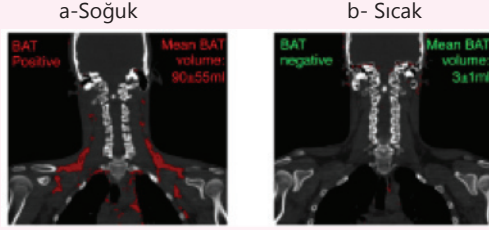
Egzersiz şeker hastalığı gibi metabolik hastalıkları önlediği ve tedavi ettiği bilinmektedir. Bununla birlikte, altta yatan mekanizmalar tam olarak anlaşılamamıştır. Çalışmalarda özellikle iskelet kasına çok fazla önem verilmiştir, ancak son zamanlarda, yağ dokusu gibi kas olmayan organların, eğitim sonrası koruyucu etkilere aracılık ettikleri vurgulanmaktadır. Üstelik, yeni parakrin ve endokrin sinyal moleküllerinin, egzersiz sonrası kas olmayan organlarda önemli cevapları tetiklediği gösterilmiştir (2).

Beyaz yağ dokusu (BYD) ve kahverengi yağ dokusu (KYD) içeren iki farklı yağ dokusu türü şimdiye kadar yaygın olarak çalışılmıştır. Beyaz adipositler enerjiyi depolarken (örn. trigliseritler) kahverengi adipositler enerji tüketir (25, 26). Pek çok çalışma, KYD aktivitesindeki değişikliklerin adaptif termogenezi ve glukoz homeostazını büyük oranda etkileyebileceğini göstermiştir. Kahverengi yağın termojenik kabiliyeti esasen, elektron taşıma zincirini enerji üretiminden ayıran ve gıdadan ısı olarak elde edilen potansiyel enerjinin salınmasıyla sonuçlanan bir mitokondri ayrıcı protein (UCP-1) varlığı ile sağlanmaktadır (23). UCP-1 ekspresyonu, PPAR γ , PGC-1 α da dahil olmak üzere birçok transkripsiyonel faktör tarafından düzenlenir, ve soğuğa maruz kalma ile de uyarılabilir. Birkaç kemirgen modelinde, BYD depolarının kahverengileşmesi obezite ve diyabet de dahil olmak üzere diyetle indüklenen metabolik bozukluklara karşı koruyucu görünmektedir (9).

Değişken enerji harcamasının potansiyel bir biyolojik kaynağı, kahverengi yağ dokusudur, ve

bazı hayvanlarda (sıçanlar gibi küçük kemirgenler de dahil olmak üzere) enerji harcamasına katkıda bulunmaktadır (12). KYD, vücut ısısını korumak için gerekli olan termogeneze sorumlu özel bir organdır. Kahverengi adipositlerde lipoliz ve mitokondrial ayrışmayı aktive eden KYD, esas olarak sempatik sinir sistemi(SSS) tarafından düzenlenmektedir. Bununla birlikte, son zamanlarda non-sempatik mekanizmalar aracılığıyla da KYD'nu aktive edebilen yeni faktörler açıklanmıştır. Bunların arasında muhtemel otokrin etkileri olan kemik morfogenetik protein ailesinin üyeleri ve nükleer hormon reseptörlerinin aktivatörleri, özellikle A vitamini türevleri bulunur (27). Periferik dokular tarafından salınan KYD üzerinde etkili olan çok sayıda endokrin faktör de tespit edilmiştir. Bazıları kalp kökenli natriüretik peptidlerdir, diğerleri iskelet kasından köken alan irisin, ve esas olarak karaciğerde üretilen fibroblast büyüme faktörü-21'dir. Bu faktörlerin kahverengi adipositlerde hücre otonom etkileri vardır, ancak KYD'na yönelik sempatik aktiviteyi modüle eden dolaylı etkileri de bulunmaktadır. Dahası, bu faktörler, mevcut KYD'nun etkinleştirilmesi, BYD'nda kahverengileşmenin başlatılması veya her ikisini birden sağlama gibi farklı kapsamaları etkileyebilir. KYD aktivitesinin sempatik olmayan kontrolörlerinin tanımlanması, KYD aktivitesini etkileyen farmakolojik araçların geliştirilmesi için de özel biyomedikal ilgi alanı oluşturmaktadır (28).

Uzun yıllardır, KYD'nin sadece küçük memelilerde ve yeni doğan insanlarda önemli olduğu düşünülüyordu ancak yeni veriler, KYD'nin yetişkin insanlarda da işlevsel olduğunu göstermektedir (29). Yeni doğan insanlarda KYD mevcut olmakla birlikte, yetişkin insanlardaki varlığı ve fonksiyonu hala tartışmalıdır (30). Pozitron emisyon tomografisini kullanan yeni raporlar, bazı yetişkinlerde KYD varlığını göstermiştir ancak tüm yetişkinlerde görülmemektedir (31, 32). Ayrıca, soğuk maruziyeti ve kapsaisin tüketimi gibi uyaranlara yanıt olarak aktif KYD varlığı ve artan enerji harcaması arasında bir korelasyon olduğu da gözükmemektedir (33, 34). Modern toplumda yeterli barınma ve giyinme soğukun zararlı etkilerini minimize ederken, obezite salgını KYD örtüsünün kilo kontrolüne yararlarının keşfine olan ilgiyi yeniden canlandırmıştır (35). Hafif soğuğa maruziyeti takiben aktive olan KYD soğukla uyarılan termogenezin %20'sine kadar katkıda bulunmaktadır, bu da uzun süreli enerji dengesinin sağlanması için yeterli olan total enerji harcamasını temsil etmektedir. Kahverengi yağ dokusunun endokrin aktivatörlerinin tanımlanması obezite için yeni tedavilerin geliştirilmesi açısından önem taşımaktadır (35).



Şekil 1: Soğuğa maruziyetle aktive olan KYD'nun PET-Ct görüntüsü (35)

Kahverengi yağ dokusu soğuğa karşı vücut sıcaklığını koruyarak termogenezi sağlamak için enerji harcamayla uzmanlaşmıştır. Yetişkin insanlarda metabolik olarak aktif ve uygun KYD miktarlarının keşfedilmesi, onu anti-obezite tedavilerinin geliştirilmesi için potansiyel olarak ilgi çekici bir hedef yapmıştır. İki tip kahverengi adiposit vardır: Klasik kahverengi adipositler ve kahverengi adiposit benzeri hücreler (bej hücreler olarak adlandırılırlar); soğuk ve hormonal uyarılara yanıt olarak beyaz yağ dokusunda ortaya çıkmaktadırlar. Bu hücreler, farklı kökenlerden kaynaklanabilir ve işlevsel olarak benzer olmakla birlikte, farklı gen işaretlerine sahiptir (36).

van Marken Lichtenbelt ve arkadaşları (37), kahverengi yağ dokusu miktarının obezite ile birlikte belirgin olarak azaldığını, kahverengi yağ dokusu, VKİ ve vücut yağ yüzdesi arasında negatif bir lineer ilişki olduğunu göstermiştir. Obez kişilerde kas / yağ dokusunda irisinin azalmış para veya otokrin üretimi olasılığı, insan yağ dokusunda obezite ile ilişkili düşük miktarda kahverengi adipositlerin varlığı ile açıklanabilir (12).

Kahverengi yağ dokusunun enerji yakma kapasitesi onu obezite karşıtı tedavilerde kullanmak için ilgi çekici bir hedef haline getirmiştir. Glukoz ve lipit oksidasyonu kabiliyeti nedeniyle de kahverengi yağ dokusu aktivasyonu tip 2 diyabet ve aterogenezle mücadelede potansiyonel tedavi olarak görülmektedir (27).

Son 10 yıldır metabolik hastalıklar üzerine olan yararları ve perivasküler yağdan korunma etkisi ile yağ dokusunun kahverengileşmesine karşı artan bir ilgi olmuştur. Beyaz yağ dokusunun kahverengileşmesi obezitenin ve obezite kaynaklı hastalıkların önlenmesi için zemin hazırlar. Yağ dokusunun kahverengileşmesinde en yaygın faktör egzersiz olmasına rağmen, bunun içerdiği başka faktörler de vardır ; (1) beta aminoizobütirik asit (BAİBA); (2) gamma amino bütirik asit (GABA); (3) PPAR γ agonistleri; (4) JAK inhibisyonu; ve (5) İRİSİN (13).

İnsanlardaki KYD regülasyonu iyi bilinmemekle birlikte, Bostrom ve ark. son zamanlarda farelerde ve hücre kültüründe KYD ve bej yağ do-

kuşu gelişimini uyararak bir miyokinin olan irisinin keşfiyle bu alana yeni bir ışık tutmuşlardır (38, 39). Bununla birlikte, irisin ile fonksiyonel "kahverengi" adiposit fenotipi indüksiyonuna aracılık eden moleküler mekanizma ve sinyal yolları hakkında hala çok az şey bilinmektedir (23).

5. İRİSİN HORMONU VE ETKİLERİ

İrisin başlangıçta, hem farelerde hem de insanlarda egzersize yanıt olarak iskelet kasından FNDC5'in bir ürünü olarak salgılanan hormon benzeri bir miyokinin olarak tanınmıştır. PGC-1 α 'nın ve egzersizin, iskelet kasının transmembran proteini olan FNDC5 ekspresyonunu artırdığı gösterilmiştir. FNDC5 daha sonra, irisini meydana getirmek üzere proteolize edilmektedir (9). İrisin egzersizle uyarılan enerji metabolizmasını düzenleyen ve son çalışmaların konusu olan yeni keşfedilmiş bir miyokindir. Metabolik hastalıklarda önemli bir rol oynayan irisin obezite ve tip II diyabet gibi obeziteye bağlı hastalıklarla savaş için de yeni bir hedef olmuştur (35, 40). İlk çalışmalar irisinin farelerde beyaz yağ hücrelerinin kahverengileşmesinde potansiyel rolü olduğunu açığa çıkarmıştır (17). Kronik egzersize yanıt olarak fareler ve insanlarda dolaşımdaki irisin düzeyleri artar, farelere irisin verilmesi sonucu da enerji harcaması artar (9, 41). Ayrıca, irisin seviyelerinin VKİ, yağ kütlesi ve kas kütlesi ile pozitif ilişkiliyken obezite ve tip 2 diyabetli hastalarda azaldığı bildirilmektedir (12).

Bununla birlikte, akut egzersiz programlarına yanıt olarak irisinin, egzersiz bittikten hemen sonra (yüzme, tüm vücut titreşimi egzersizleri, direnç egzersizi, vb. (1, 42, 43)) arttığı ve ertesi güne kadar taban çizgisine geri döndüğü gösterilmiştir. Yakın tarihli bir araştırma, irisin salınımının kas ATP içeriğine dayandığını ileri sürmektedir (44). Akut egzersizin ani irisin sekresyonunu nasıl tetiklediği ve daha da önemlisi, insan vücudundaki irisin hareketlerinin tam olarak ne olduğu bilinmemektedir. Gelişmekte olan çalışmalar, kısmen de olsa irisinin yağ dokusu esmerleşmesi, kas büyümesi ve enerji homeostazını değiştirebildiğini göstermektedir (45).

Potansiyel biyokimyasal etkileri ile ilgili olarak, irisin yağ dokusunun kahverengileşmesine ve böylelikle termogeneze neden olmaktadır. Beyaz yağ dokusu esas olarak trigliseritler ve yağ asitlerinden (esas olarak insülin direncinden sorumlu) oluşmaktadır. İrisin beyaz yağ dokusunun kahverengi yağ dokusuna dönüştürülmesine ve böylece insülin direncinin azalmasına ve glukoza homeostazının düzelmesine neden olmaktadır. Geliştirilmiş glukoza homeostazı sayesinde

kilo kaybı ve antidiyabetik tedavi ile anti-obezite tedavisinde yararlı olacağı düşünülmektedir (20) (Şekil 2).

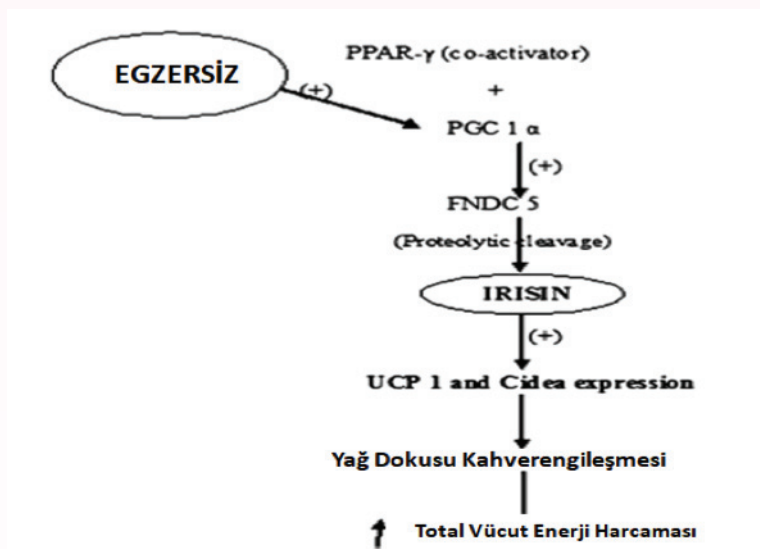
İrisinin aşırı ekspresyonu, yüksek yağ ile beslenen farelerde toplam vücut enerji harcamasını artırır, az miktarda kilo kaybı oluşturur ve glikoz intoleransını artırır (9). Yaş ve iskelet kası kütlesi, dolaşımdaki irisin seviyesinin birincil yordayıcısıdır; genç erkek atletler orta yaşlı obez kadınlardan daha fazla irisin seviyesine sahiptir (46). Dolaşımdaki irisin, diyabetik olmayan kontrollere karşılaştırıldığında irisin seviyeleri tip 2 diyabetlilerde anlamlı olarak düşük gözlenmektedir. Ayrıca, plazma irisin düzeyinin, kronik böbrek hastalığında kan üre azotu seviyesi ile negatif ilişkili, ve kalp yetmezliği hastalarında aerobik performans ile pozitif ilişkili olduğu gösterilmiştir (23).

Son zamanlarda, miyokin irisinin iskelet metabolizmasını da etkilediği gösterilmiştir. Dolayısıyla, mikro-doz rekombinant İrisin (r-İrisin) ile tedavi edilen fareler, etkili bir yük taşıyan iskelet geliştirmede fiziksel aktivitenin etkisini andıran gelişmiş kortikal kemik kütlesi, geometri ve dayanıklılık göstermiştir (47).

Egzersizden kaynaklanan kemik kütlesi kazanmalarının temelde mekanik gerginlik artışı ile ilişkili olduğu yaygın olarak kabul edilmektedir, ancak son zamanlarda özellikle egzersiz sırasında iskelet kası tarafından salgılanan endokrin faktörler(miyokinler) kas ile kemik ve yağ dokusu arasındaki muhtemel anabolik habercilerdir. KYD hacmi, femur kemik yapısının olumlu belirleyicisidir ve uyluk kası ile pozitif yönde ilişkilidir (48). Ayrıca, daha yeni bir laboratuvar çalışmasında, irisinin osteoblast farklılaşmasını artırdığı (49) ve

osteoporotik kırıkları olan kadınlarda irisin düzeylerinin daha düşük olduğu gösterilmiştir. Ayrıca, irisinin sadece iskelet kası tarafından değil, aynı zamanda adipoz doku tarafından, özellikle de sıçanlarda subkutanöz adipoz doku tarafından salındığı ve karmaşık kas-yağ- kemik eksenindeki rolünün altını çizdiği gösterilmiştir. Bununla birlikte, irisin seviyeleri ile osteoporotik kırıklar arasında korelasyon olduğuna dair bir kanıt olmasına rağmen, önceki çalışmalar irisin ile yağsız ya da yağ kitlesi arasındaki ilişkiyi aydınlatmamıştır (48). Mekanik yüke bağlı paradigmanın yanı sıra iskelet kası, kemik metabolizmasını modüle etmek için sitokin salgılayan bir endokrin organ olarak da görev yapar (50). Osteoporoz ve

sarkopeni olan hasta sayısının artması nedeniyle kas ve kemik arasındaki bağlantılar yeniden araştırılmaktadır. Miyokinler, glukoz, enerji ve kemik metabolizmasının düzenlenmesi de dahil olmak üzere çeşitli uzak organlarda fizyolojik ve patolojik işlevler yürüten iskelet kası türevli humoral sitokinler ve büyüme faktörleridir. Miyostatin önemli bir miyokindir; ekspresyonu esas olarak kas dokuları ile sınırlıdır. Miyostatin sinyalizasyonunun inhibisyonu kemik remodelingini, kemik kütlesi ve kas kütlesini artırır ve hem sarkopeni hem de osteoporozun tedavisinde bir hedef oluşturabilir (51). Miyostatin romatoid artritte osteoklast oluşumu ve kemik yıkımına karıştığından, miyostatin, romatoid artritte hızlandırılmış kemik rezorpsiyonu ve eklem yıkımının tedavisinde bir hedef miyokin olabilir. Sayısız diğer miyokinler çeşitli şekillerde kemik hücrelerini de etkiler. Bununla birlikte, miyokinlerin kemik metabolizmasına etkileri büyük oranda bilinmemektedir (51).



Şekil 2: Egzersizle uyarılan irisin yoluyla kilo kaybı mekanizması (20)

İrisine atfedilen ilk rol, beyaz yağ dokusunun kahverengi haline dönüşmesini sağlama yeteneğiydi ancak son zamanlarda irisinin kemik kütlelerinin kontrolünde, hatta kahverengileştirme tepkisini indüklemek için gerekli olana kıyasla daha düşük konsantrasyonda bile merkezi bir role sahip olduğu gösterilmiştir. Etkili bir yük taşıyan iskeletin geliştirilmesi için fiziksel egzersizin nasıl önemli olduğunu göz önüne aldığımızda, bu miyokini egzersiz ile sağlıklı kemik arasındaki pozitif korelasyondan sorumlu moleküllerden biri olarak görebiliriz (52). Genç farelerde düşük dozda uygulanan r-İrisin, kortikal kemik mineral yoğunluğunu artırır ve kemik geometrisini olumlu bir şekilde değiştirir. Ancak irisin daha yüksek bir dozda uygulandığında, artmış regülasyonunun yağın kahverengileşmesine neden olan beyaz yağ dokusundaki UCP1 ekspresyonunu etkilemektedir. Bu bulgular fiziksel aktivite sırasında iskelet kasının tetiklediği iskelet üzerindeki olumlu sonuca bir açıklama getirmekte ve kemik dokusunun irisin hareketine karşı yağ dokusundan daha hassas olduğunu ispatlamaktadır (52).

Sonuç olarak, irisin seviyeleri ile vertebra kırılabilirlik kırıkları arasındaki ters korelasyonunu doğrulanırken, kemik mineral yoğunluğu veya yağsız kitle ile anlamlı korelasyon bulunmamaktadır. İrisinin kemik kalitesi üzerindeki gerçek etkisine ışık tutmak için daha ön klinik ve prospektif klinik çalışmalara ihtiyaç vardır (48).

İrisin, hücre sağkalımı ve apoptoz, motilite ve hücre içi sinyal yolları gibi birçok fonksiyonu diğerleri ile birlikte düzenler. İrisin, yağ asidi oksidasyonunu destekler ve AMPK sinyal yolunu düzenleyerek glikoz kullanımını iyileştirir ve tip 2 diyabette karaciğer glikoneogenezisini inhibe eder (53). Biyofarmasötik bir protein olan irisin, bir kişi egzersiz yaparken doğal olarak kaslarda üretilir ve malign tümörler de dahil olmak üzere birçok sistemik hastalıkta koruyucu etkileri olduğu kanıtlanmıştır (53).

6. SONUÇ

Sonuç olarak irisin; obezite, şeker hastalığı ve metabolik sendromun tedavisinde yararlı olabilir. Egzersiz yerine geçememekle birlikte fiziksel kısıtlamalar nedeniyle egzersiz yapamayan insanlara faydalı olacağı düşünülmektedir. Tüm etkileri şu anda farelerde görülmektedir, ve % 100 dizilim benzerliğinden dolayı, klinik araştırmaların yürütülmekte olduğu insanlarda da aynı etkiye sahip olduğu kabul edilmektedir (20).

Bugüne kadar insanlarda irisin üzerine yayınlanan yayınların çoğunluğu kesitsel niteliktedir. İnsan kan örnekleri kullanılarak prospektif veya

girişimsel çalışmalar yapılmakta ve dolaşımdaki irisin ile çeşitli hastalıklarda metabolik faktörler arasındaki ilişkiyi araştırmaktadır (45).

Birçok çalışma, vücut ağırlığı, VKİ ve yağ kütlesi ile pozitif bir korelasyon bildirmiştir. İrisin alanında dikkati çeken bir diğer konu, farklı tahliller kullanılarak elde edilen farklı seviyelerdir. Bilindiği üzere doğrulanmış bir test yönteminin kullanılması doğru verileri elde etmek açısından çok önemlidir. Korelasyon yönündeki farklılıklar çalışma popülasyonundaki farklılıklardan kaynaklanabilir, ancak daha önemlisi, irisinin fizyolojik konsantrasyonunu spesifik olarak tespit eden antikorların kullanılması gereklidir. Uygun antikor ile ilgili limitasyonlar, dolaşımdaki irisinin belirlenmesiyle ilgili zorluklar doğurmaktadır (17). Bununla birlikte diğer klinik anormalliklerin varlığı da insan verilerinin yorumlanmasını genellikle karmaşıktır (45). Açıklığa kavuşturulması gereken diğer bir yönü ise egzersiz sonrası irisin artışının zamanlamasıdır (54).

KAYNAKLAR

1. HuhJG, Siopi A et al. Irisin in Response to Exercise in Humans With and Without Metabolic Syndrome. *J Clin Endocrinol Metab* 100: E453-E457, 2015.
2. Boström PA, Graham EL, Georgiadi A, Ma X. Impact of exercise on muscle and nonmuscle organs. *IUBMB life*. 2013;65(10):845-50.
3. Polyzos SA, Kountouras J, Anastasilakis AD, Geladari EV, Mantzoros CS. Irisin in patients with nonalcoholic fatty liver disease. *Metabolism*. 2014 Feb;63(2):207-17.
4. Pedersen BK. Muscles and their myokines. *Journal of Experimental Biology*. 2011;214(2):337-46.
5. Henriksen T, Green C, Klarlund Pedersen B. Myokines in myogenesis and health. *Recent patents on biotechnology*. 2012;6(3):167-71.
6. Pedersen L, Hojman P. Muscle-to-organ cross talk mediated by myokines. *Adipocyte*. 2012;1(3):164-7.
7. Wang S, Mu J, Fan Z, Yu Y, Yan M, Lei G, et al. Insulin-like growth factor 1 can promote the osteogenic differentiation and osteogenesis of stem cells from apical papilla. *Stem cell research*. 2012;8(3):346-56.
8. Ouchi N, Oshima Y, Ohashi K, Higuchi A, Ikegami C, Izumiya Y, et al. Follistatin-like 1, a secreted muscle protein, promotes endothelial cell function and revascularization in ischemic tissue through a nitric-oxide synthase-dependent mechanism. *Journal of Biological Chemistry*. 2008;283(47):32802-11.
9. Boström P, Wu J, Jedrychowski MP, Korde A, Ye L, Lo JC, et al. A PGC1- α -dependent myokine that drives brown-fat-like development of white fat and thermogenesis. *Nature*. 2012;481(7382):463-8.
10. Lee HJ, Lee JO, Kim N, Kim JK, Kim HI, Lee YW, et al. Irisin, a novel myokine, regulates glucose uptake in skeletal muscle cells via AMPK. *Molecular Endocrinology*. 2015;29(6):873-81.
11. Patel S, Hoehn K, Lawrence R, Sawbridge L, Talbot N, Tomsig J, et al. Overexpression of the adiponectin receptor AdipoR1 in rat skeletal muscle amplifies local insulin sensitivity. *Endocrinology*. 2012;153(11):5231-46.

12. Moreno-Navarrete JM, Ortega F, Serrano M, Guerra E, Pardo G, Tinahones F, et al. Irisin is expressed and produced by human muscle and adipose tissue in association with obesity and insulin resistance. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2013;98(4):E769-E78.
13. Jeremic N, Chaturvedi P, Tyagi SC. Browning of white fat: novel insight into factors, mechanisms, and therapeutics. *Journal of cellular physiology*. 2017;232(1):61-8.
14. Speakman JR. FTO effect on energy demand versus food intake. *Nature*. 2010;464(7289):E1-E.
15. Gesta S, Tseng Y-H, Kahn CR. Developmental origin of fat: tracking obesity to its source. *Cell*. 2007;131(2):242-56.
16. Park KW, Halperin DS, Tontonoz P. Before they were fat: adipocyte progenitors. *Cell metabolism*. 2008;8(6):454-7.
17. Irving BA, Still CD, Argyropoulos G Does IRISIN Have a BRITE Future as a Therapeutic Agent in Humans. *Curr Obes Rep*. 2014 Feb 2;3:235-41.
18. Mahajan RD, Patra SK. Irisin, a novel myokine is an independent predictor for sarcopenia and carotid atherosclerosis in dialysis patients. *Ind J Clin Biochem (Jan-Mar 2013)* 28(1):102-103
19. Hecksteden A, Wegmann M, Steffen A, Kraushaar J, Morsch A, Ruppenthal S, Kaestner L, Meyer T. Irisin and exercise training in humans – Results from a randomized controlled training trial. *BMC Med*. 2013 Nov 5;11:235.
20. Mahajan RD, Patra SK. Irisin, a Novel Myokine Responsible for Exercise Induced Browning of White Adipose Tissue. *Indian J Clin Biochem*. 2013 Jan;28(1):102-3.
21. Handbook of Hormones - Comparative Endocrinology for Basic and Clinical Research. Chapter 37 - Irisin. 2016. p. Pages 329-30, e37-1-e37-3
22. Timmons JA, Baar K, Davidsen PK, Atherton PJ. Is irisin a human exercise gene. *Nature*. 2012 Aug 30;488(7413):E9-10
23. Zhang Y, Li R, Meng Y, Li S, Donelan W, Zhao Y, et al. Irisin stimulates browning of white adipocytes through mitogen-activated protein kinase p38 MAP kinase and ERK MAP kinase signaling. *Diabetes*. 2014;63(2):514-25.
24. Frühbeck G, Becerril S, Sáinz N, Garrastachu P, García-Veloso MJ. BAT: a new target for human obesity? Trends in pharmacological sciences. 2009;30(8):387-96.
25. Cannon B, Nedergaard J. Brown adipose tissue: function and physiological significance. *Physiological reviews*. 2004;84(1):277-359.
26. Cinti S. Adipocyte differentiation and transdifferentiation: plasticity of the adipose organ. *Journal of endocrinological investigation*. 2002;25(10):823-35.
27. Sanchez-Delgado G, Martinez-Tellez B, Olza J, Aguilera CM, Gil Á, Ruiz JR. Role of exercise in the activation of brown adipose tissue. *Annals of Nutrition and Metabolism*. 2015;67(1):21-32.
28. Cereijo R, Villarroya J, Villarroya F. Non-sympathetic control of brown adipose tissue. *International journal of obesity supplements*. 2015;5:S40-S4.
29. Contreras C, Gonzalez F, Fernø J, Diéguez C, Rahmouni K, Nogueiras R, et al. The brain and brown fat. *Annals of medicine*. 2015;47(2):150-68.
30. Mullen KL, Pritchard J, Ritchie I, Snook LA, Chabowski A, Bonen A, et al. Adiponectin resistance precedes the accumulation of skeletal muscle lipids and insulin resistance in high-fat-fed rats. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*. 2009;296(2):R243-R51.
31. De Solís AJ, Fernández-Agulló T, García-SanFrutos M, Pérez-Pardo P, Bogóñez E, Andrés A, et al. Impairment of skeletal muscle insulin action with aging in Wistar rats: role of leptin and caloric restriction. Mechanisms of ageing and development. 2012;133(5):306-16.
32. Yaspelkis BB, Singh MK, Krisan AD, Collins DE, Kwong CC, Bernard JR, et al. Chronic leptin treatment enhances insulin-stimulated glucose disposal in skeletal muscle of high-fat fed rodents. *Life sciences*. 2004;74(14):1801-16.
33. Pedersen B, Akerström TC, Nielsen AR, Fischer CP. Role of myokines in exercise and metabolism *J Appl Physiol*. 2007;103:1093-8.
34. Pedersen BK, Febbraio MA. Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. *Nature Reviews Endocrinology*. 2012;8(8):457-65.
35. Lee P, Linderman JD, Smith S, Brychta RJ, Wang J, Idelson C, Perron RM, Werner CD, Phan GQ, Kamula US, Kebebew E, Pacak K, Chen KY, Celi FS Irisin and FGF21 Are Cold-Induced Endocrine Activators of Brown Fat Function in Humans. *Cell Metab*. 2014 Feb 4;19(2):302-9.
36. Dempersmier J, Sul HS. Shades of brown: a model for thermogenic fat. *Frontiers in endocrinology*. 2015;6.
37. van Marken Lichtenbelt WD, Vanhomerig JW, Smulders NM, Drossaerts JM, Kemerink GJ, Bouvy ND, et al. Cold-activated brown adipose tissue in healthy men. *New England Journal of Medicine*. 2009;360(15):1500-8.
38. Carey AL, Steinberg GR, Macaulay SL, Thomas WG, Holmes AG, Ramm G, et al. Interleukin-6 increases insulin-stimulated glucose disposal in humans and glucose uptake and fatty acid oxidation in vitro via AMP-activated protein kinase. *Diabetes*. 2006;55(10):2688-97.
39. Quinn LS, Anderson BG, Strait-Bodey L, Stroud AM, Argilés JM. Oversecretion of interleukin-15 from skeletal muscle reduces adiposity. *American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism*. 2009;296(1):E191-E202.
40. Chen JQ, Huang YY, Gusdon AM, Qu S. Irisin- a new molecular marker and target in metabolic disorder. *Lipids Health Dis*. 2015 Jan 14;14:2
41. Barra NG, Reid S, MacKenzie R, Werstuck G, Trigatti BL, Richards C, et al. Interleukin-15 Contributes to the Regulation of Murine Adipose Tissue and Human Adipocytes. *Obesity*. 2010;18(8):1601-7.
42. Huh JY, Mougios V, Kabasakalis A, Fatouros I, Siopi A, Douroudos II, et al. Exercise-induced irisin secretion is independent of age or fitness level and increased irisin may directly modulate muscle metabolism through AMPK activation. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2014;99(11):E2154-E61.
43. <Irisin in response to acute and chronic whole-body vibration exercise in humans-2014.pdf>.
44. Huh JY, Panagiotou G, Mougios V, Brinkoetter M, Vamvini MT, Schneider BE, et al. FNDC5 and irisin in humans: I. Predictors of circulating concentrations in serum and plasma and II. mRNA expression and circulating concentrations in response to weight loss and exercise. *Metabolism*. 2012;61(12):1725-38.
45. Huh JY. Irisin physiology, oxidative stress, and thyroid dysfunction- What next. *Metabolism clinical and experimental* 64 (2015) 765 – 767.
46. Huh JY, Panagiotou G et al. FNDC5 and irisin in humans. *Metabolism And Clin. Ex*. 61. 1725-1738. 2012.
47. Colaianni G, Mongelli T, Colucci S, Cinti S, Grano M. Crosstalk between muscle and bone via the mus-

- cle-myokine irisin. *Current osteoporosis reports*. 2016;14(4):132-7.
48. Palermo A, Strollo R, Maddaloni E, Tuccinardi D, D'onofrio L, Briganti SL, et al. Irisin is associated with osteoporotic fractures independently of bone mineral density, body composition or daily physical activity. *Clinical endocrinology*. 2015;82(4):615-9.
 49. Colaianni G, Cuscito C, Mongelli T, Oranger A, Mori G, Brunetti G, et al. Irisin enhances osteoblast differentiation in vitro. *International journal of endocrinology*. 2014;2014.
 50. Guo B, Zhang Z-K, Liang C, Li J, Liu J, Lu A, et al. Molecular Communication from Skeletal Muscle to Bone: A Review for Muscle-Derived Myokines Regulating Bone Metabolism. *Calcified tissue international*. 2017:1-9.
 51. Kaji H. Effects of myokines on bone. *BoneKEy reports*. 2016;5.
 52. Colaianni G, Grano M. Role of Irisin on the bone-muscle functional unit. *BoneKEy reports*. 2015;4.
 53. Shao L, Li H, Chen J, Song H, Zhang Y, Wu F, Wang W, Zhang W, Wang F, Li H, Tang D. Irisin suppresses the migration, proliferation, and invasion of lung cancer cells via inhibition of epithelial-to-mesenchymal transition. *Biochem Biophys Res Commun*. 2017 Apr 8;485(3):598-605.
 54. Boström PA, Fernández-Real JM, Mantzoros C. Irisin in humans-recent advances and questions for future research. *Metabolism*. 2014 Feb;63(2):178-80.

Futbol Odaklı Olarak Sporda Alt Ekstremitte Kas Tendon Yaralanmaları

Arş. Gör. Murat EMİRZEOĞLU

Karadeniz Teknik Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü

E-mail: muratemirzeoglu@gmail.com

ÖZET

Kas tendon yaralanmaları sportif aktivitelerde sıklıkla görülmektedir. Bu yaralanmalara ait temel mekanizmalar benzer olsa da risk faktörleri ve klinik bulgular yaralanmanın yerine, tipine veya şiddetine göre değişir. Bütün bu değişiklikler aynı olsa dahi her sporcu kişisel özellikleriyle yine birbirinden ayrılmakta ve farklılıklar her zaman olmaktadır. Fizyoterapistler rehabilitasyon açısından yaralanmaları ve sporcuları iyi tanımalıdır.

Anahtar kelimeler: Spor, alt ekstremitte yaralanmaları, kas

ABSTRACT

Muscle tendon injuries are frequently seen in sporty activities. Although the basic mechanisms of these injuries are similar, risk factors and clinical findings changes according to type or severity, of the injury. Even if all these changes are the same, each athlete still be separated from each other by their personal characteristics and differences are always present. Physiotherapists should be well aware of injuries and sport players in terms of rehabilitation.

KeyWords: Sport, lower extremity injuries, muscle

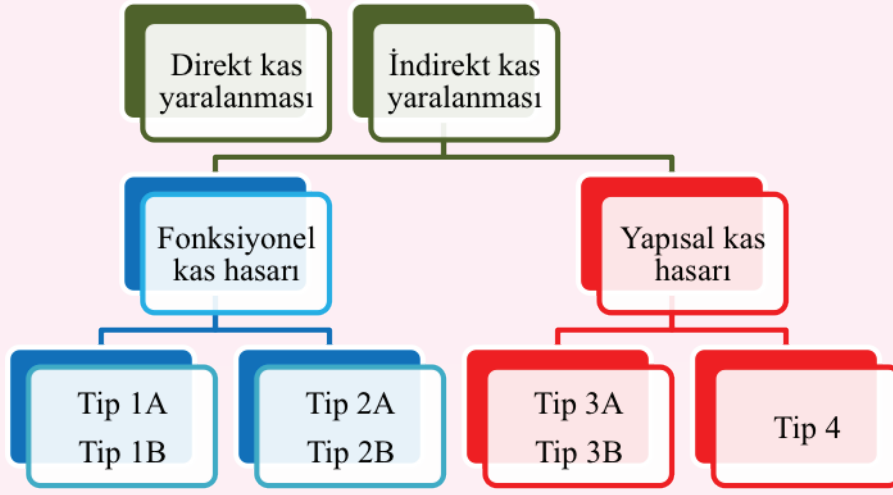
1. GİRİŞ

Spor nedeniyle yılda sayısız yaralanma meydana gelir ve bu yaralanmalar fiziksel aktivitenin azalmasına, önemli tıbbi maliyetlerin yanı sıra kaybedilen çalışma süresine, dünya çapında da tahminen her yıl 1 milyar \$ masrafa neden olur (1). Yaralanmalar takım performansı ile ekonomiyi olumsuz yönde etkiler ve sporcuların yaşam kalitesini değiştirerek uzun süreli sağlık problemlerine neden olabilir (2). Profesyonel sporcularda alt ekstremitte kaslarına ve ona ait kas tendon kavşağı, tendon ve faciadaki yaralanmalara sıklıkla rastlanmaktadır (3). Yaralanmalar diğer birçok sporla karşılaştırıldığında futbolda daha yaygındır ve futbolda yaralanmanın tipini, yerini ve şiddetini araştırmak için birçok çalışma yapılmıştır (4). Futbol 240 milyondan fazla sporcuyla dünya çapında en popüler sporlardan biridir (5). Kas yaralanmaları futbolcuların karşılaştıkları en büyük problemlerden biridir ve profesyonel seviyedeki erkek futbolcularda yaralanmalar ile kaybedilen zamanın 20% - 37%'sini, amatör erkek futbolcularda ise 18%-23'ünü oluşturur (6). Futboldaki tüm yaralanmaların 31%'ini kas yaralanmaları meydana getirir (7). Profesyonel futbolcularda tüm kas yaralanmalarının 90%'ından fazlasını alt ekstremitteye ait dört büyük kas grubu -adduktörler, hamstringler, quadriceps ve calf- oluşturur (8). Yaralanmanın uygun bir şekilde yönetimi spora erken veya geç dönüş arasındaki farkı belirleyeceğinden yaralanmaların kapsamlı bir şekilde anlaşılması gerekir (9).

2. YARALANMA MEKANİZMASI VE SINIFLANDIRMA

Yaralanma mekanizmaları göz önüne alındığında kas yaralanmaları direkt ve indirekt yaralanmalar olmak üzere ikiye ayrılarak incelenir (10). Direkt yaralanmalar sporcunun bir tekme alması gibi dış kuvvet aracılığıyla açığa çıkarken, indirekt yaralanmalar kasın kendi içerisindeki fonksiyonel veya yapısal kas hasarından kaynaklanır (7). Muskulotendinöz bileşkedeki yaralanmalar genellikle indirekt şekilde meydana gelir (11). Şekil 1, Tablo 1 ve Tablo 2'de kas yaralanmalarına ait Münih Konsensüs Klasifikasyonu'nun detayları gösterilmektedir (12).

Kastaki yırtık pasif ya da daha yaygın olarak kasın aktive olduğu anda zorla gerilmesi sonucunda meydana gelir. Bu sıklıkla kasın boyu uzarken kasılması, yani eksantrik kontraksiyonu sırasında, eksantrik kontraksiyonun konsantrik kontraksiyondan daha çok kuvvet oluşturmaktan kaynaklanır (13).



Şekil 1. Münih Konsensüs Klasifikasyonu Kas Yaralanmaları Sınıflaması

Mueller-Wohlfahrt H-W, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, vd. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. Br J Sports Med [Internet]. 2013;47(6):342-50. Available at: http://bjsm.bmj.com/content/early/2012/10/17/bjsports-2012-091448.full?g=widget_default

Tip I lifler aerobik, tip II lifler ise anaerobik kapasite açısından daha dominanttır. Tip II lifler sprint, futbol, basketbol ve ağırlık kaldırma gibi aktivitelerde yüksek hız ve güç gerektiğinden Tip I liflere oranla daha sık yaralanma eğilimindedir (9).

Alt ekstremité anatomisine baktığımızda en basit haliyle üç sonuç çıkartmamız mümkündür:

- Alt ekstremité kasları içerisinde çift eklemlerle bağlantısı olan (M. Rectus Femoris, Hamstring, Gastrocnemius) kaslar mevcuttur. Bu kaslar strain yaralanmalarına eğilimlidir (9). Aslında strain biyomekanik bir tanımdır ve bunun yerine kasın yapısal yaralanmaları için tear (yırtık) terimi kullanılması tercih edilebilir (12).
- Alt ekstremité koşma, sıçrama, topa vurma gibi büyük ve güç isteyen kasları içerisinde bulundurulur.

- Alt ekstremité kaslarından bazılarının (M. Rectus Femoris ve Hamstring) pelvisle bağlantısı bulunur.

Bu üç nokta alt ekstremité kas yaralanmalarını incelerken özellikle pelvisin atlanmaması gerektiğini görmek açısından önemlidir.

3. KAS TENDON YARALANMALARI

Kas yaralanmaları açısından risk faktörleri intrinsik ve ekstrinsik olmak üzere ikiye ayrılırken, bu faktörlerden bazıları

düzeltilerirken bazıları düzeltilemez (14). Bazı futbolcular genetik özellik, fizyolojik ya da psikolojik (risk alma faktörü, müsabaka stresi, sürekli anksiyete) kaynaklı olarak daha fazla yaralanma eğilimindedir (8). Lumbopelvik veya bir başka ifadeyle core stabilizasyon, alt ekstremité yaralanmalarından korunmak için önem arz etmektedir (15).

Tablo 1. Direkt Kas Yaralanmaları Münih Konsensüs Klasifikasyonu

Tip	Kontüzyon
Sınıflandırma	Direkt yaralanma
Tanım	Dış kuvvetten kaynaklanan direkt kas travması. Ağrıya ve hareket kaybına neden olan kas içerisinde dağınık veya sınırlanmış hematoma.
Semptomlar	Yaralanma anında donuk ağrı muhtemelen artan hematoma nedeniyle artmaktadır. Sporcu sıklıkla kesin dış mekanizmayı bildirir.
Klinik Belirtiler	Donuk yaygın ağrı, hematoma, ağırlı hareket, şiş, azalmış eklem hareket açıklığı, çarpma şiddetine bağlı olarak palpasyon hassasiyeti. Sporcu indirekt yapısal kas hasarındakinden ziyade aktiviteye devam edebilir.
Lokasyon	M. Vastus Intermedius ve M. Rectus Femoris çoğunlukla olmak üzere herhangi bir kas.
Ultrason / MRI	Değişik boyutlarda sınırlı veya dağınık bölgede hematoma.

Mueller-Wohlfahrt H-W, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, vd. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. Br J Sports Med [Internet]. 2013;47(6):342-50. Available at: http://bjsm.bmj.com/content/early/2012/10/17/bjsports-2012-091448.full?g=widget_default

Tablo 2. İndirekt Kas Yaralanmaları Münih Konsensüs Klasifikasyonu

Tip	Sınıflandırma	Tanım	Semptomlar	Klinik Belirtiler	Lokasyon	Ultrason / MRI
1A	Yorgunluğa bağlı kas hasarı	Zorlayıcı egzersiz, zemin veya antrenman içeriğinin değişmesi sebebiyle oluşan bölgesel longitudinal kas sertliği	Ağrılı kas sertliği Aktivitenin devam etmesiyle veya aktiviteden sonra dinlenmeyle de artan ağrı	Donuk, yaygın ve tolere edilebilir ağrı Bölgesel olarak sertlik	Kas uzunluğu boyunca bölgesel tutulum.	Negatif
1B	Hamlama/ DOMS (Delayed Onset Muscle Disorder: Gecikmiş kas ağrısı)	Alışıl gelmiş olmayan eksantrik yavaşlama hareketlerini takiben kas ağrısı	Akut inflamatuvar ağrı. Aktivite sonrasındaki saatlerde hissedilir	Kas ödemi ve sertliğine bağlı şiş. Palpas-yonda ve izometrik kontraksiyonda ağrı hissi. Terapatik gerilmeyle rahatlama hissi	Çoğunlukla tüm kas veya kas grubu.	Negatif veya sadece ödem
2A	Omurgaya bağlı nöromusküler kas hasarı	Fonksiyonel ya da yapısal spinal-lumbopelvikal hasardan dolayı oluşan bölgesel longitudinal kas tonusunun artması	Ağrılı kas sertliği Aktiviteye devam etmeyle artan dinlenmeyle geçen ağrı	Bölgesel longitudinal kas sertliği Kas ve facia arasında ödem Germede reaktif ağrı Bazen cilt hassasiyeti	Kas demeti veya kasın tüm uzunluğu boyunca daha büyük kas grubu	Negatif veya sadece ödem
2B	Kas kaynaklı nöromusküler kas hasarı	Bozulmuş nöromusküler kontrol (resiprokal inhibisyon) veya yetersiz ısınma sebebiyle bölgesel fusiform (her ucundan inceleşen) kas sertliği	Kramp şeklinde, yavaş yavaş artan bölgesel kas sertliği	Bölgesel fusiform Kas sertliği Ödem kaynaklı şiş Germe ile azalan ağrı Basınç ağrısı	Çoğunlukla kas gövdesinin tüm uzunluğu boyunca	Negatif veya sadece ödem
3A	Minimal düzeyde kas yırtığı	Bir kas demetini aşmayan kas lifi ayrışması/yırtığı	Aktivite esnasında ani, kesici ve iğneleyici ağrı Sporcu sıklıkla bir "çatırdama" yaşar ve onu takiben ani bir lokalize ağrı	İyi tanımlanmış lokalize ağrı. Zaman zaman genel sertleşmiş kas içerisinde hissedilen lif ayrışması Germe ile artan ağrı.	Özellikle kas tendon kavşağı	Yüksek çözünürlükle MRI görüntüsünde lif ayrışması. İntramusküler hematoma.
3B	Orta düzeyde kas yırtığı	Bir kas demetini aşan kas ayrışması/yırtığı	Aktivite esnasında ani, kesici ve iğneleyici ağrı ve buna bağlı olarak sporcunun aniden kendini yere bırakması/ düşmesi	İyi tanımlanmış lokalize ağrı Genel olarak sertleşmiş kas içerisinde hissedilebilen kas ayrışması Hareket ve germe ile artan ağrı Çoğu zaman oluşan cilt altı hematoma ve facial yaralanma	Özellikle kas tendon kavşağı	Önemli ölçüde lif ayrışması Diğer liflerin büzüşmesi, geri çekilmesi. Facial yaralanma ve intermusküler hematoma.
4	(Sub-) total kas yırtığı veya tendonun yapışma yerinden kopması (Avülsiyon kırığı)	Kasın (büyük kısmını) tümünü kapsayan yırtık veya tendon kemik geçiş bölgesinde tendonun bir parça kemikle yapışma yerinden ayrışması	Aktivite esnasında fark edilebilir yırtık, ani darbe almışçasına donuk ağrı ve sporcunun çoğunlukla kendini yere bırakması/ düşmesi	Kas içerisinde geniş defekt Hematom Kasta palpe edilebilen boşluk Hareketle ağrı Fonksiyon kaybı	Özellikle kas tendon, tendon kemik kavşakları	Subtotal/ total kas bütünlüğünün bozulması. Tendon ve/veya kasın büzülmesi. Facianın yırtılması ve intermusküler hematoma.

Mueller-Wohlfahrt H-W, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, vd. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. Br J Sports Med [Internet]. 2013;47(6):342–50. Available at: http://bjsm.bmj.com/content/early/2012/10/17/bjsports-2012-091448.full?g=widget_default

Tendonlar muskulotendinöz bileşke, çevre bağ dokusu ve kemik-tendon bileşkesi aracılığıyla kanlanıp beslenir (16). Vücudun en güçlü ve en kalın tendonu aşil tendonudur (17). Bu tendona ait yaralanmalar sportif aktivitelerle ilgilenen bireylerde, erkeklerde ve sağ tarafta daha sık görülmektedir (16). Şekil 2'de belirtilen tendon uzaması ile tendona binen yük arasındaki grafikte tendondaki gerilme 4% seviyesine kadar olduğunda bunun tolere edilebileceği, bu seviyeden 8% seviyesine kadar mikro düzeyde, 8% seviyesinden itibaren makro düzeyde yaralanma olduğu, 10-14% seviyesinde ise tendonda kopma yaşandığı gösterilmektedir (18).

3.1. Kasık Yaralanmaları

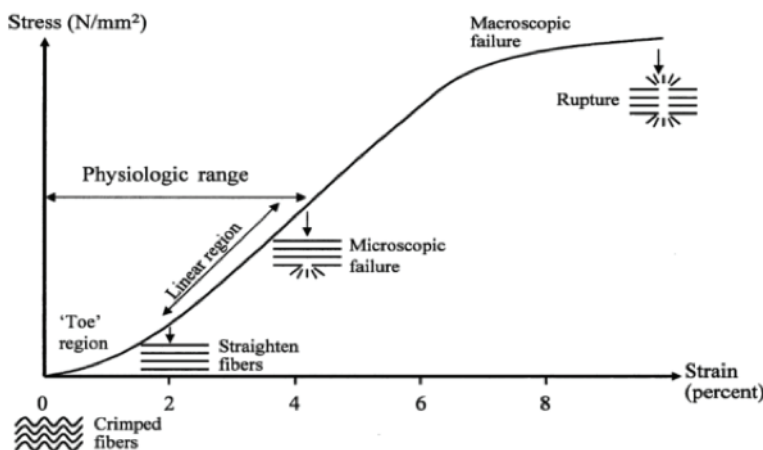
Kasık yaralanmaları özellikle elit seviyede çok yönlü takım sporlarında sıklıkla görülmekle birlikte epidemiyolojisi çok az açıklanabilmiştir (19). Musculotendinöz bileşkeler akut kasık ağrısının primer yerleri olarak kabul edilmektedir (20). Bunun yanın sıra kas gövdesinde de yaralanmalar görülebilir (21). Sporda altı adduktör kas grubu içerisinde M. Adductor Longus kası daha sık yaralanmaktadır (22). Kasık yaralanmalarına ait insidans 1.0-1.1/ 1000 saat olarak rapor edilmiş ve futboldaki tüm yaralanmaların 11%-16%'sına karşılık geldiği belirtilmiştir(23).

Adduktör yaralanmalarının profesyonel futbolcularda %56 oranla dominant tarafta olduğu, kalecilerde ve daha önce adduktör kas yaralanması yaşayanlarda daha fazla görüldüğü, kupa maçlarına ait rövanş ile deplasman maçlarının risk faktörü olduğu bildirilmiştir (8). Esneklik ve kuvvet arasındaki ilişki, kalça abduksiyon hareketine ait normal eklem hareketi, adduktör kas kuvveti, özellikle profesyonel hokey oyuncularında tanımlanan adduktör/abduktör kas kuvvet oranı

risk faktörleri arasındadır (22). Kasık yaralanmalarında M.Rectus Femoris kasının ayırıcı tanıda önemli olduğu düşünülmektedir (20). Rectus Femoris'e ait yaralanmada palpe edilebilen şişlik ve hassasiyet femurun anteriorunda spina iliaca anterior superiorun 8-10 cm altında görülür (21).

3.2. Hamstring Yaralanmaları

Hamstring yaralanmaları yaygın olarak eksenrik kas kasilmasi süresince meydana gelir (24). Kalça fleksiyonuyla eş zamanlı gerçekleşen diz ekstansiyonu yaralanma mekanizmalarından birini oluşturmaktadır (25). Hamstringler, sallanma fazının son 25%'lik kısmında proksimal kalça ekstansiyonuna yardımcı olurken diz ekstansiyonu yavaşlatır. Duruş fazının ilk yarısında kalça ekstansiyonu üretmek için aktif kalır ve konsentrik kontraksiyon sayesinde diz ekstansiyonuna direnç gösterir (24). Hamstring yaralanmalarının futbolcularda sezon öncesine kıyasla sezon içerisinde daha çok yaşandığı, dominant tarafın yaralanma açısından risk faktörü olmadığı, uzun boylu sporcularda ve kalecilerde bu tür yaralanmaların daha az görüldüğü belirtilmiştir(8). Kuvvet, esneklik, muskulotendinöz sertlik, önceki hamstring yaralanmaları, artan yaş, zemin koşulları, oyun kurallarında yapılan değişiklikler ile sporcunun oyun içerisinde taktiksel değişikliklerle kullanımı yaralanma riskini arttırmaktadır (14). Bazı araştırmacılar daha önce yaralanan dokunun MRI görüntüsündeki kesitsel alanıyla yeniden yaralanma riski açısından önemli bağlantı bulmalarına rağmen, bazı araştırmacılar da bunu bir risk faktörü olarak değerlendirmemişlerdir (26). Maç esnasındaki yaralanma oranı antrenmanlara oranla dokuz kat daha fazladır ve NordicHamstring (NH) gibi eksenrik kas kuvveti eğitimi yaralanma açısından koruyucudur (27). Amatör fut-



Şekil 2. Tendondaki uzama-ya bağlı olarak oluşan stres

Kılıçoğlu Ö. Tendon Sorunlarında Terminoloji ve Tanı. TFF Sağlık Eğitim Programı 3. Basamak Kursu Ders Notları, 159-164.

bolcularda bu eğitimin yaralanma riskini azalttığı bulunmuş ve örnek NH egzersiz protokolü Tablo 3'te gösterilmiştir (28). Eksantrik hamstring kas kuvvetleri arasındaki oran yaralanma için risk faktörü olarak tanımlanmış fakat konsentrik kas kuvveti asimetrisi risk faktörü olarak belirtilmemiştir (26).

Tablo 3. Nordic Hamstring Egzersiz Protokolü			
Hafta	Haftalık Antrenman	Antrenmanlardaki Set Sayısı	Setlerdeki tekrar sayısı
1	1	2	5
2	2	2	6
3	2	3	6
4	2	3	6, 7, 8
5	2	3	8, 9, 10
6-13	2	3	10, 9, 8

van der Horst N, Smits D-W, Petersen J, Goedhart E a, Backx FJG. The Preventive Effect of the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injuries in Amateur Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. Am J Sports Med [Internet]. 2015;1-8. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25794868>

3.3. Quadriceps Yaralanmaları

Quadriceps kas yırtıkları sıklıkla tekrarlı olarak tekme ve sprint gerektiren sporlarda meydana gelir (29). Bu kas grubu içerisinde sıklıkla yaralanan kas M. Rectus Femoris'tis (20). Bu tür yaralanmaların sezon öncesinde yoğun yaşan-

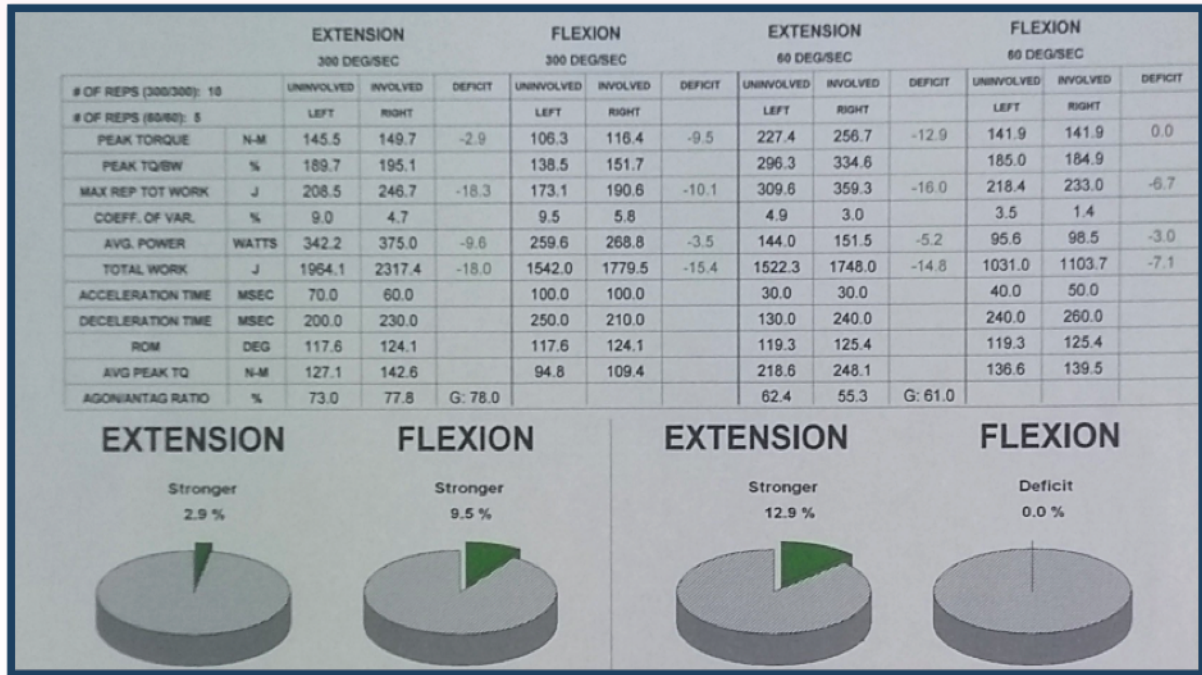
dığı, 63% oranında dominant tarafta görüldüğü daha önce yaşanan quadriceps, addüktör ya da calf yaralanmalarının risk faktörü oluşturduğu ve kalecilerde daha az görüldüğü belirtilmiştir (8). Kurak hava koşulları bu yaralanmalar için risk faktörüdür (14). Elit kadın futbolcularda yapılan alt ekstremitte yaralanmalarına ait risk faktörleri değerlendirmesinde izokinetik quadriceps ve hamstring kas kuvvetinin yaralanma riskiyle bağlantılı olmadığı ancak düşük seviyedeki hamstring/quadriceps konsentrik kas kuvvetinin akut alt ekstremitte yaralanmaları için risk faktörü olduğu belirtilmiştir (30).

Şekil 3'te Biodex System 3 Pro Multi joint System ile yapılan izokinetik kas kuvveti testine ait bir sonuç verilmiştir. Buradaki değerlere bakılarak farklı ekstremitelere

ait quadriceps ve hamstring kasları karşılaştırılabilirken aynı ekstremiteye ait quadriceps/hamstring oranı da incelenebilir.

3.4. Calf Yaralanmaları

Calf yaralanmalarında bacağın posterior veya posteromedial kısmından farklı kaslar etkilenebilir. Bu yaralanmalar gastrocnemius ve soleus kaslarına ait yaralanmaları içerir (3). Medial gastrocnemius kas yırtığı en sık görüleni olmakla birlikte ilgili kasın muskulotendinöz birleşim yerinde yaralanmaya işaret edilmektedir (31). Gastrocnemius yaralanmaları büyük çoğunlukla diz ekstansiyona giderken ayak bileği fleksiyon



Şekil 3. İzokinetik kas kuvveti testine ait sonuç

pozisyonunda -eksantrik kontraksiyon- görülürken, soleus yaralanmaları tipik olarak tekrarlı dorsifleksiyon hareketine bağlı olarak overuse mekanizmaya bağlıdır (32). Profesyonel futbolcularda calf yaralanmaları için artan yaşın, daha önce yaşanan calf, adduktör ve hamstring kas yaralanmalarının risk oluşturduğu ifade edilmiştir (8). Boyu, kiloyu, cinsiyeti ve dominant tarafı risk açısından ifade etmek için yeterli kanıt yoktur (33). Pes Cavus aşıl tendon yaralanmalarıyla ilgili olmakla birlikte calf yaralanmalarına ait bir risk olarak belirtilmemiştir (32).

4. SONUÇ

Futbol dünyada var olan ve gittikçe artan popülaritesiyle milyonlarca insanı içine çekmekte hem ekonomik hem sosyokültürel olarak yaşamımızı etkilemektedir. Her spor aktivitesi gibi futbol da yaralanmalara açık durumdadır. Bu tür yaralanmaların tamamen ortadan kaldırılması söz konusu olmasa da azaltılması mümkündür. Risk faktörlerinin iyi incelenmesi, yaralanmalara ait temel mekanizmaların bilinmesi ve sporcunun

çok iyi bir şekilde analiz edilmesi önem arz etmektedir. Futbol içerisinde bulunan tüm paydaşların kendilerine ait görevleri yerine getirmeleri, teknik ekibinden fizyoterapistine, yönetiminden futbolcusuna kadar bir ekip ruhuyla temelde insan ve sağlık teması korunarak hareket etmeleri gereklidir. Rekabet ve hırs odaklı olarak risk altındaki sporcuyu müsabakaya çıkması açısından zorlamak hem maçın hem sporcunun kaybına yol açabilmektedir. Futbol kulüplerinde fizyoterapistler temel olarak sporcuyu yaralanma sonrasında rehabilitasyon amacıyla değil, yaralanma olmasın diye öncesinde koruyucu ve riskleri azaltıcı yönde analiz etmelidir. Bu yaklaşım futbola fizyoterapistlerin eliyle yeni bir soluk kazandıracaktır.

5. TEŞEKKÜR

Sporcu sağlığı ve rehabilitasyonu konularında katkılarıyla desteklerini hissettiğim Prof. Dr. Volga Bayrakçı Tunay ve Prof. Dr. Nevin Ergun hocalarıma, başta Doç. Dr. Muhammed Kılınç hocam olmak üzere Dr. Fzt. Sibel Atay Yılmaz anısına 5.'si yapılan Fizyoterapide Genç Araştırmacılar ve Yeni Fikirler Sempozyumu'nun düzenlenmesinde emeği geçenlere, yüksek lisans eğitimimdeki danışman hocam Doç. Dr. Özlem Ülger'e, aileme ve çocukluğumun kahramanı, mesleki hayatımın ilk göz ağrısı, yarım asırlık çınar Trabzonspor'a teşekkürlerimi sunarım.

6. KAYNAKLAR

1. Murphy DF, Connolly D, Beynon B. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *Br J Sports Med* [Internet]. 2003;37:13-29. Available at: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjbm.37.1.13>
2. Larruskain J, Lekue JA, Diaz N, Odriozola A, Gil SM. A comparison of injuries in elite male and female football players: A 5-Season prospective study. *Scand J Med Sci Sports* [Internet]. 2017;(February):1-9. Available at: <http://doi.wiley.com/10.1111/sms.12860>
3. Werner BC, Belkin NS, Kennelly S, Weiss L, Barnes RP, Potter HG, vd. Acute Gastrocnemius-Soleus Complex Injuries in National Football League Athletes. *Orthop J Sport Med* [Internet]. 2017;5(1):2325967116680344. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28203595> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5298443>
4. Arnason A. Risk Factors for Injuries in Football. *Am J Sports Med* [Internet]. 2004;32(90010):5S-16. Available at: <http://ajs.sagepub.com/lookup/doi/10.1177/0363546503258912>
5. Wong P, Hong Y. Soccer injury in the lower extremities. *Br J Sports Med* [Internet]. 2005;39(8):473-82. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16046325> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC1725275>
6. Ekstrand J, Hägglund M, Waldén M. Epidemiology of muscle injuries in professional football (soccer). *Am J Sports Med*. 2011;39(February 2017):1226-32.
7. Svensson K, Eckerman M, Alricsson M, Magounakis T, Werner S. Muscle injuries of the dominant or non-dominant leg in male football players at elite level. *Knee Surgery, Sport Traumatol Arthrosc*. 2016;1-5.
8. Hägglund M, Waldén M, Ekstrand J. Risk Factors for Lower Extremity Muscle Injury in Professional Soccer: The UEFA Injury Study. *Am J Sports Med*. 2013;41(2):327-35.
9. Barroso GC, Thiele ES. Muscle Injuries in Athletes. *Rev Bras Ortop* [Internet]. 2011;46(4):354-8. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27027021> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4799284>
10. Ueblicher P, Müller-Wohlfahrt H-W, Ekstrand J. Epidemiological and clinical outcome comparison of indirect ('strain') versus direct ('contusion') anterior and posterior thigh muscle injuries in male elite football players: UEFA Elite League study of 2287 thigh injuries (2001-2013). *Br J Sports Med* [Internet]. 2015;49(22):1461-5. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25755277>
11. van Beijsterveldt AMC, van de Port IGL, Vereijken AJ, Backx FJG. Risk Factors for Hamstring Injuries in Male Soccer Players: A Systematic Review of Prospective Studies. *Scand J Med Sci Sport*. 2013;23(3):253-62.
12. Mueller-Wohlfahrt H-W, Haensel L, Mithoefer K, Ekstrand J, English B, McNally S, vd. Terminology and classification of muscle injuries in sport: the Munich consensus statement. *Br J Sports Med* [Internet]. 2013;47(6):342-50. Available at: http://bjsm.bmj.com/content/early/2012/10/17/bjsports-2012-091448.full?g=widget_default
13. Noonan TJ, Garrett WE. Muscle strain injury: diagnosis and treatment. *J Am Acad Orthop Surg*. 1999;7(4):262-9.
14. Hrysomallis C. Injury incidence, risk factors and prevention in australian rules football. *Sport Med*. 2013;43(5):339-54.

15. Leetun DT, Ireland ML, Willson JD, Ballantyne BT, Davis IM. Core stability measures as risk factors for lower extremity injury in athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(6):926-34.
16. Karahan M, Erol B. Aşıl Tendon Yırtıklarına Yaklaşım. 2004;1-2.
17. Thomopoulos S, Parks WC, Rifkin DB, Derwin KA. Mechanisms of tendon injury and repair. *J Orthop Res* [Internet]. 2015;33(6):832-9. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25641114>5Cnhttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4418182
18. Kılıçoğlu Ö. Tendon Sorunlarında Terminoloji ve Tanı. TFF Sağlık Eğitim Programı 3. Basamak Kursu Ders Notları, 159-164.
19. Orchard JW. Men at higher risk of groin injuries in elite team sports: a systematic review. *Br J Sports Med* [Internet]. 2015;49(12):798-802. Available at: <http://bjsm.bmj.com/remote.library.dcu.ie/content/49/12/798>
20. Serner A, Tol JL, Jomaah N, Weir A, Whiteley R, Thorborg K, vd. Diagnosis of Acute Groin Injuries: A Prospective Study of 110 Athletes. *Am J Sports Med* [Internet]. 2015;(MAY):0363546515585123-. Available at: <http://ajs.sagepub.com/content/early/2015/05/13/0363546515585123.abstract>
21. Anderson K, Strickland SM, Warren R. Hip and groin injuries in athletes. *Am J Sports Med.* 2001;29(4):521-33.
22. Tyler TF, Silvers HJ, Gerhardt MB, Nicholas SJ. Groin Injuries in Sports Medicine. *Sport Heal A Multidiscip Approach* [Internet]. 2010;2(3):231-6. Available at: <http://sph.sagepub.com/lookup/doi/10.1177/1941738110366820>
23. Engebretsen AH, Myklebust G, Holme I, Engebretsen L, Bahr R. Intrinsic Risk Factors for Groin Injuries Among Male Soccer Players: A Prospective Cohort Study. *Am J Sports Med* [Internet]. 2010;38(10):2051-7. Available at: <http://journal.ajsm.org/cgi/doi/10.1177/0363546510375544>5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20699426
24. Ahmad CS, Redler LH, Ciccotti MG, Maffulli N, Longo UG, Bradley J. Evaluation and management of hamstring injuries. *Am J Sports Med* [Internet]. 2013;41(12):2933-47. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23703914>
25. Johnson AE. Hamstring Tendon Origin Avulsions. (757).
26. Freckleton G, Pizzari T. Risk factors for hamstring muscle strain injury in sport: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* [Internet]. 2013;47(6):351-8. Available at: <http://bjsm.bmj.com/content/early/2012/07/03/bjsports-2011-090664.short>
27. Ekstrand J, Waldén M, Häggglund M. Hamstring injuries have increased by 4 % annually in men ' s professional football , since 2001 : a 13-year longitudinal analysis of the UEFA Elite Club injury study. 2016;731-7.
28. van der Horst N, Smits D-W, Petersen J, Goedhart E a, Backx FJG. The Preventive Effect of the Nordic Hamstring Exercise on Hamstring Injuries in Amateur Soccer Players: A Randomized Controlled Trial. *Am J Sports Med* [Internet]. 2015;1-8. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25794868>
29. Mendiguchia J, Alentorn-Geli E, Idoate F, Myer GD. Rectus femoris muscle injuries in football: a clinically relevant review of mechanisms of injury, risk factors and preventive strategies. *Br J Sports Med* [Internet]. 2013;47(6):359-66. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22864009>
30. Nilstad A, Andersen TE, Bahr R, Holme I, Steffen K. Risk Factors for Lower Extremity Injuries in Elite Female Soccer Players. *Am J Sports Med* [Internet]. 2014;42(4):940-8. Available at: <http://journal.ajsm.org/cgi/doi/10.1177/0363546513518741>
31. Barreira P, Kassarian A, Araújo JP, Ferreira R, Espregueira Mendes J. Calf injuries in professional football: Treat the patient or the scan? - A case study. *Phys Ther Sport.* 2016;21:63-7.
32. Fields KB, Rigby MD. Muscular calf injuries in runners. *Curr Sports Med Rep.* 2016;15(5):320-4.
33. Green B, Pizzari T. Calf muscle strain injuries in sport: a systematic review of risk factors for injury. *Br J Sports Med* [Internet]. 2017;bjsports-2016-097177. Available at: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2016-097177>

Pedriatrik Yaş Grubunda Çok Boyutlu Alt Ekstremitte ve Ayak-Ayak Bileği Ölçeğinin Geliştirilmesi

Uzm. Fzt. Merve KARAPINAR, Doç. Dr. Tüzün FIRAT, Prof. Dr. Nilgün BEK
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
E-mail: merve.karapinar@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Ayak ve ayak bileği problemleri pediatrik popülasyonda oldukça yaygındır. Çocuklarda görülen ayak problemleri sıklıkla herediter, nörolojik, ortopedik ve nöromusküler nedenlerden kaynaklanmaktadır. Ayak problemleri ilerleyen yıllarda kişinin tüm yaşamını etkileyebilmektedir. Erken tanı ve tedavi uzun dönem fonksiyonel sonuçların elde edilmesi bakımından oldukça önemlidir. Çocuğun ayakta durma ve yürüme çağına geldiğinde fark edilen ayak problemleri ailelerde endişe yaratmaktadır. Fakat bazı durumlar büyümenin fizyolojik varyansları olup, çocuğun motor gelişimi ile ortadan kalkmaktadır. İyi bir klinik değerlendirme ve takip, hastaya uygulanacak tedavi, ortezleme gibi eksternal desteklere karar verilmesi açısından oldukça önem taşımaktadır. Literatür araştırmalarına göre erişkin grupta ayak ve ayak bileğini değerlendirmek için kullanılan birçok ölçek bulunurken pediatrik gruba yönelik kullanılan ölçekler oldukça az sayıda olup bazı limitasyonlar içermektedir. Çok boyutlu bir değerlendirme ölçeği, gerek klinisyenleri doğru yönlendirmek gerekse çocuğun ayak ve ayak bileği etkilenimine ait bilgilerin yakın ve ileri dönem takipleri için gerekli kayıt havuzu oluşturulması açısından kolaylık sağlayacaktır. Klinik deneyimlerimiz ve literatür araştırmaları sonrasında iyi bir değerlendirme ölçeğinde ayak ve ayak bileğinin biyomekanik özellikleri, varsa deformitenin şiddeti ve etkileri, çocuğun biyopsikososyal etkilenimi gibi ilgili maddelerin bulunması gerektiğini düşünmekteyiz. Bu makalede pediatrik yaş grubuna yönelik ayak ve ayak bileğini çok boyutlu değerlendiren yeni bir ölçeğin oluşturulma aşamaları tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Pediatri, ayak, değerlendirme

ABSTRACT

Foot and ankle problems are common in pediatric population. These are caused by hereditary, neurological, orthopedic and neuromuscular conditions. Foot problems can affect one's entire life in later years. Early recognition and treatment are essential to ensure optimal long-term functional outcomes. When child comes to the age of standing and walking, noticed foot problems cause concern in family. However, in some cases, there may be physiological variants of the growth and arises from the child's motor development. Effective clinical evaluation is very important in terms of deciding on external support such as treatment, orthosis applied to the patient. According to the literature studies, there are many scales used for evaluating the foot and ankle in the adult group, whereas the scales used for the pediatric group are few and include some limitations. Multidimensional assessment scales will facilitate direction of clinicians and follow-ups of the child's foot and ankle. According to our clinical experience and literature review, we think that the biomechanical properties of the foot and ankle, the biopsychosocial impact of the child should be found in a good evaluation scale. In this article; the stages of creating a new scale that evaluates foot and ankle multi-dimensionally in the pediatric age group have been discussed.

Key words: Pediatrics, Foot, Outcome Measures,

1. GİRİŞ

Çocukluk çağında ayak ve ayak bileği problemleri oldukça yaygın görülmektedir. Özellikle çocuğun ayakta durma ve yürüme çağına geldiğinde fark edilen bu problemler ailelerin endişe ettiği ve tedavisi konusunda arayışa girdiği durumlarıdır(1). Bu problemlerinin erken dönemden

itibaren takip edilmesi ve değerlendirilmesi; önlemlerin alınması ve uygun tedavi yaklaşımlarının uygulanması açısından önemlidir. Klinikte kullanılan değerlendirme yöntemleri arasında normal eklem hareketi açıklığı, kas kuvveti ve ayak izi değerlendirme yöntemleri, röntgen (x-ray kullanımı), klinik testler, yürüme analizi kullanılmaktadır(2,3). Genellikle bilgisayar

destekli yürüyüş analizi altın standart olarak bilinmektedir, ancak yüksek kaliteli ve objektif veriler üreten cihazlar maliyetli, zaman alıcı olmaktadır. Ayrıca, bu cihazların çoğunun norm değerleri pediatrik hasta grubu için belirlenmemiştir. Radyografik görüntüleme yöntemleri ise hastaları iyonize radyasyona maruz bırakmaktadır(4). Klinikte ayak-ayak bileği kompleksini değerlendirmek için kullanılan uygulamalar arasında en yaygın ve pratik yaklaşım anatomik yer işaretlerinin aç-konumlarının doğrudan ölçülmesidir(5). Literatür araştırmaları, erişkin grupta ayak ve ayak bileğinin değerlendirilmesi için kullanılan birçok anket bulunurken pediatrik grupta kullanılan değerlendirme ölçeklerinin oldukça az olduğunu göstermiştir. Pediatrik ayak ve ayak bileğine yönelik olarak kullanılan değerlendirme ölçekleri; "Foot Posture Indeks-6 (FPI-6)" ve "The Oxford Ankle Foot Questionnaire for Children (OxAFQ-C)" ölçekleridir(6,7). Mevcut değerlendirme yöntemlerinin dışında klinikte ve akademik araştırmalarda kullanılması ve birtakım eksiklikleri tamamlaması amacı ile pediatrik grupta ayak ve ayak bileği kompleksini kapsamlı değerlendiren yeni bir ölçeği ortaya çıkarmak bu araştırmanın temel konusudur.

2. AYAK GELİŞİMİ

Embriyonik dönem; ovulasyondan sonra başlayan 7. haftanın sonuna kadar geçen bir süredir. Ayak ilk olarak embriyonik dönemin 4. ve 5. haftaları arasında görünür ve embriyonik dönemin sonunda artık normal bir şekli alır. Ayak büyümesi infant dönemde ve 5 yaşa kadar çok hızlıdır. Beş yaşından sonra büyüme yavaşlar ve kızlarda 12 erkeklerde 16 yaşında ayak erişkin boyuna ulaşır. Ayakta intrauterin olarak ilk kemikleşmeye başlayan yapıları distal falankslardır ve takiben metatarsaller, proksimal falankslar ve orta falankslar ossifiye olur. Birinci metatarsın büyüme plağı proksimalde, diğer metatarslarınki ise distalde yer alır. Lateral kuneiform 4-20 aylar arasında, medial kuneiform 2 yaş civarında, orta kuneiform 3 yaş civarında ve naviküla 2-5 yaş arasında ossifiye olur. Kalkaneusun apofizi kızlarda 4-6 yaş ve erkeklerde 5-7 yaş civarında ossifiye olur ve kızlarda 16, erkeklerde 20 yaş civarında kalkaneus cisminde füzyon gerçekleşir (8). Büyüme plaklarının ortalama kapanma süresi falankslarda ise 14-18 yaşında metatarsal kemiklerin, kuboid, kuneiformların, naviküla ve talus ise ortalama 14-21 yaşındadır.

Yeni doğan ayaklarında belirgin bir supinasyon ve ön ayak adduksiyon pozisyonu hakimdir, ve iki ayak tabanı birbirine bakmaktadır (9). Ayağın dorsifleksiyon hareketi ayak dorsumu bacağı

değecek kadar geniş bir eklem hareketi sınırına sahip olmasına rağmen plantar fleksiyon hareketi limitlidir. Yeni doğanda medial longitudinal ark yüksektir, fakat ilk haftalarda bu yükseklik azalarak taban altı yağ dokusu ile dolar. İlk aylar içerisinde dorsifleksiyon hareketi sınırı azalır ve plantar fleksiyon hareketi daha serbest hale gelir. Taban altı yağ dokusu kalınlaşır var olan supinasyon pozisyonu bebeğin ilk adımlarına kadar devam eder (10, 11).

Yürümeye yeni başlayan bir bebeğin kalçasındaki fleksiyon ve eksternal rotasyon, diz eklemi- nin medialinden geçen gravite hattı kemik gelişiminin medialde daha hızlı olmasını sağlar ve üç yaşına kadar dizdeki varus yerini valgusa bırakır (12). Dizdeki normal valgite açısı erişkin değerine ise altı yaşında ulaşır. Dizdeki bu değişimin bir benzeri ayakta meydana gelir. Gravite hattının ayağın medialden geçmesi, talus ve kalkaneus kemiklerinin medialinde daha hızlı gelişimine yol açarak tibiotalar eklemi- nin vertikalizasyonunu sağlar. Orta ayak kemikleri de (naviküla, kuboid, kuneiform) buna uyum gösterir (13).

Başlıca sebepleri femoral anteversiyon ve internal tibial torsiyon olan internal rotasyon yürüyüşü çocukluk döneminde iskelet gelişiminin normal basamaklarından biridir. Yürümeye yeni başlanılan dönemde ayakta var olan supinasyon pozisyonu da bu yürüyüş şeklini belirgin hale getirmektedir (14). Femurdaki anteversiyon açısının ve internal tibial torsiyonun azalması kemik gelişimini tamamlanana kadar sürmektedir. Bununla birlikte standart açısal değerlerin geniş bir aralığa sahip olduğu çocukluk döneminde uzunca bir dönem internal rotasyon yürüyüşü görülmektedir (15).

Pediatrik gruptaki bireylerin ayağı ile erişkin bireylerin ayağı arasındaki temel farklardan birisi de konnektif doku yapısıdır. Poliglukan ve elastik lif içeriğinin yüksek oranda olması ve lifler arasındaki çapraz bağ sayısının azlığı çocukluk çağında konnektif dokuyu aşırı esnek bir yapı haline getirmektedir. Yürümenin başlaması ile birlikte ayağa stabilite kazandıran bağlar ve tendonlar kuvvetlenmeye başlar ve bu süreç ergenlik dönemine kadar devam etmektedir. Gevşek konnektif doku nedeni ile ayağa yük binmesi sonucunda düz taban görüntüsü ortaya çıkmaktadır. Normal gelişimin bir basamağı olan bu durum medial longitudinal arkın özellikle 2-6 yaşları arasındaki hızlı gelişimi sonucunda kaybolur. Çocukluk çağında görülen düz tabanlılığın diğer bir sebebi taban altı dolduran yağ dokusudur ve bu doku medial longitudinal arkın gelişimi ile birlikte atrofi sonucunda kaybolur (16). Çocuklarda ayak gelişimine etki eden faktörleri aşağıdaki gibi

özetleyebiliriz.

Yaş; özellikle okul öncesi dönemdeki çocukların ayak yapısını belirleyen birincil faktör olarak kabul edilmektedir (14).

Cinsiyet; ayaktaki büyümenin en hızlı olduğu zaman ilk üç senedir ve kızlarda 14 erkeklerde 16 yaşına kadar bu büyüme devam etmektedir. Her iki cinsiyette de boyu kısa olanın ayağı geniş ve hacimli, ayak boyu uzun olanın ayağı dar ve ince yapılıdır. Ancak aynı ayak boyuna sahip iki cinsten kız olanın ayağı, erkek ayağına göre daha dar ve ince bir yapıya sahiptir. Ayrıca yapılan çalışmalarda erkeklerin medial longitudinal ark yüksekliğinin kızlara oranla daha düşük bulunmuştur (14).

Bağ ve eklem laksitesi; genetik faktörlerin belirlediği laksite, çocuğun yürümeye başlaması ile azalakta ve bu süreç ergenliğe kadar devam etmektedir. Ayağı destekleyen bağların aşırı esnek olması hipermobilitateye yol açarak esnek düz taban görüntüsü ortaya çıkmaktadır. Çocukluk çağında ayaktaki düz tabanlığın etkenlerinden biri olan bu faktörün zamanla bağların kuvvetlenmesi sonucunda etkisini kaybetmesi ve ayağın erişkin şeklini kazanması beklenmektedir (13).

Obezite; çocukluk çağı obezitesi henüz gelişmekte olan ayağa binen yükleri arttırarak ayakta bir takım problemlerin ortaya çıkmasına sebep olmakta ve eğer aşırı yüklenme devam ederse ilerleyen dönemlerde bu problemlerin şiddetlenmesine yol açabilmektedir. Obez çocukların ayakları daha uzun, geniş ve hacimli olabilmektedir. Bununla birlikte obez çocuklarda sıklıkla görülen düz taban görünümüne sebep olan faktörün, taban altı yağ dokusunun fazlalığı değil eklemlerin pozisyonu olduğu belirtilmiştir (11).

Alt ekstremitte dizilimi; femoral anteversiyon, femoral torsiyon, tibial torsiyon, tibial varum ve dizdeki valgite açılarının gelişim sürecinde normalden sapma göstermeleri veya ekin deformitesi, ekstremitte eşitsizliği gibi alt ekstremitte dizilimini etkileyen durumlar ayakta anormal hareket paternine yol açarak normal gelişimi önleyebilmektedir (8).

Ayakkabı; Sim Fook ve Hodgson, Çin popülasyonu üzerinde yaptığı değerlendirmede ayakkabı giymeyen bireylerin ayak mobilitelerinin daha iyi olduğunu, ayakkabı giyen bireylerin ise farklı ayak deformitelerine sahip olduğunu ortaya koyarak ayakkabı giymenin ayak mobilitelerini azaltarak statik ayak deformitelerine yol açtığını belirtmiştir (17). Japonya'da ayakkabı giyme alışkanlığının başlaması ile birlikte halluks valgus deformitesinin görülme sıklığını araştıran farklı

çalışmalarda ayakkabı giyen bireylerin bu deformiteye sahip olma eğilimi anlamlı derecede fazla bulunmuştur (18, 19). Roa ve Joseph, yaşları 4 ile 13 arasında değişen 2300 Hintli çocuk üzerinde yaptıkları incelemede düz taban sıklığını ayakkabı giyenlerde % 8,6, giymeyenlerde ise %2,8 olarak bulmuşlardır. Ayakkabı giyme yaşının ayak sağlığı üzerine etkilerinin incelendiği bir diğer çalışmada, kemik gelişimini tamamlamış 1846 bireyin ayak izleri incelenmiş ve 6 yaşından önce ayakkabı giymeye başlayanlarda düz taban görülme sıklığı fazla bulunması ve erken dönem giyilen ayakkabının ayağın intrinsik kas aktivitesini sınırlandırarak ayağın normal gelişimini engellediği sonucuna varılmıştır (20).

3. ÇOCUKLARDA AYAK VE AYAK BİLEĞİNİ DEĞERLENDİRMEK İÇİN KULLANILAN YÖNTEMLER

3.1. Ayak Postür indeksi (FPI-6)

Redmond ve arkadaşları tarafından 2006 yılında geliştirilen Ayak Postür İndeksi (FPI) sekiz madde olacak şekilde tasarlanmış olup istatistiksel hesaplamalar sonrasında iki maddesi çıkartılmıştır (6). Ayağın duruşunu çoklu düzlemlerde değerlendiren bu yöntemin geçerliliği kanıtlanmış olup klinikte hızlı ve kolay olarak uygulanabilmektedir. Kişi ayakta ve rahat pozisyonda iken ön ve arka ayakla ilgili altı kriter üzerinde değerlendirmeler yapılmaktadır (21).

Arka ayakta;

- Talus başı palpasyonu
- Lateral malleol altındaki ve üzerindeki eğimin gözlemlenmesi
- Kalkanesun inversiyonu ve eversiyonu

Ön ayakta ise ;

- Talonaviküler eklem bölgesindeki kalınlaşma
- Medial longitudinal ark yapısı
- Ön ayağın ayağın arka ayağa göre adduksiyonu/abduksiyonu değerlendirilir

Bu kriterlerin her biri -2 ve +2 arasında puan almaktadır. Sıfır değeri ayağın nötral pozisyonu olduğunu, pozitif değerler ayakta pronasyonu negatif değerler ise ayakta supinasyonu göstermektedir. Bu ölçek sadece ayağın postürünü değerlendirmekte olup ayak deformitelerinin varlığı, şiddetleri ve sekonder etkileriyle performansla yansımaları hakkında bilgi sağlamamaktadır. Ayrıca ayakta duramayan ve yürüyemeyen çocuklarda kullanılamaz. Pediatrik gruptaki kişilerin mo-

tor gelişimi takip etmemesi bu anketin bir diğer dezavantajıdır.

3.2. Oxford Ayak ve Ayak Bileği Anketi - Çocuk (OxAFQ-C)

“Oxford Ankle Foot Questionnaire for Children” Morris ve arkadaşları tarafından geliştirilen 5 -16 yaş arasındaki çocukların ayak ve ayak bileği sorunlarıyla ilişkili engelliliği değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Dört ana bölüme ayrılan anket çocukların ayak ve ayak bileği problemlerinin; fiziksel, okul ve oyun alanında, emosyonel ve dış giyimlerini ne kadar kısıtladığını yada etkilediğini değerlendirmektedir. 0-100 puan arasında skorlaması yapılan anket sonuçları, puan arttıkça etkilenimin daha az olduğunu göstermektedir.

Bu değerlendirme yöntemi ise okulda ve evde yani çocukların normal ortamlarında deformitenin çocuğun fonksiyonlarını nasıl etkilediğini tam olarak yansıtmaması nedeni ile diğer klinik değerlendirmelerin yanında tanımlayıcı ve yönlendirici olarak kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda 8 yaşın altındaki çocuklarda bu anketi uygulamanın güç olduğu bildirilmiştir. Ayakta duramayan ve yürüyemeyen çocuklarda test uygulanamamaktadır (22).

3. BİR ÖLÇEK GELİŞTİRMEK

Pediyatrik grupta ayak ve ayak bileğinin çok boyutlu değerlendirilmesinde mevcut değerlendirme yöntemlerinin yetersiz kaldığı görülmektedir. Hastaların uzun süreli takibinde; ayak ve ayak bileği kompleksinde meydana gelen biyomekanik değişiklikleri, varsa deformite varlığı ve bu deformitenin çocuğun yaşam kalitesini, motor aktivitelerini nasıl etkilediğini ve bu etkilerin zamanla nasıl değiştiğinin belirli bir puanlama ile subjektif olarak ortaya koyulmasının hem klinisyenlere hem de akademisyenlere kolaylık sağlatacağı düşünülmektedir.

Literatürde anket geliştirme süreci “problemi tanımlama”, “madde (soru) yazma”, “uzman görüşü alma” ve “ön uygulama yapma” olmak üzere dört aşamada tanımlanmıştır. Soru havuzu oluşturma bölümü yani problemi tanımlama ve soru yazma; ölçek geliştirme sürecinde en önemli basamaktır (23). Bu aşamada literatür kapsamı taranır. Problemlerin tanımlanmasına yönelik veri/soru parametrelerini oluşturma kısmı; konu ile ilgili seçilmiş, multidisipliner grubun akılcı bir yaklaşımla ortak görüşlerini alma aşamasını da kapsamaktadır.

Pediyatrik grubun ayak ve ayak bileği komp-

leksinin çok boyutlu olarak değerlendirilmesi için geliştirilen ölçeğin ön değerlendirme formunun aşağıdaki verilen parametreleri kapsaması gerektiği planlanmıştır.

- Femoral anteversiyon açısının değerlendirilmesi: Femoral anteversiyon, koronal planda femur boynu ve cismi arasındaki açı olarak tanımlanır. Anteversiyon miktarı yeni doğanda fazla iken, iskelet olgunluğuna yaklaştıkça azalır. Ortalama anteversiyon bebeklerde 40°, erişkinlerde ise 15°’dir. Anteversiyon arttığında veya yaşla birlikte azalmadığında yürüyüş etkilenir ve kişi femoral iç rotasyonda adım atmaya başlar. Bu rotasyon, yürüyüşün duruş fazında patellaların içe dönük olmasına, ayakların iç rotasyonuna ve dolayısıyla da içe basmaya neden olur. Aşırı anteversiyonu olan çocuklar içe basarak yürüdükleri takdirde tıbbi açıdan önem kazanırlar. Bu yürüyüş şekli bazen erken bebeklik döneminde, bazen de içe basmanın gerilemediği daha ileri çocukluk dönemlerinde dikkat çeker. Aileler de çoğunlukla çocuklarının ayakları içe basarak dolaştığını ve bunun koşma sırasında belirgin hale geldiğini ifade ederler. Bu durum ağrıya neden olmaz. Aşırı anteversiyonu olan birçok çocukta büyüme ile birlikte içe basma eğilimi azalır. Olguların çoğunda bu durum anteversiyon derecesinin zamanla gerilemesinin bir sonucudur. Bazı çocuklarda ise içe basmanın gerilemesi tibiada eksternal torsiyonun artışına bağlıdır. Shands ve Steel çalışmalarında, anteversiyondaki gerilemenin tüm büyüme çağı boyunca devam ettiğini belirtmişlerdir. Anteversiyon derecesi 3-12 ay arasındaki çocuklarda ortalama 39° iken, ikinci yılın sonunda 31°’ye düşer. Daha sonraki yıllarda anteversiyon yıl başına 1°- 2° azalarak 10 yaşında ortalama 24°’ye geriler. 14-16 yaşları arasında açıda tekrar bir azalma dönemi söz konusudur ve açı 21°’den 16°’ye düşer (24). Değerlendirme hasta yüzüstü pozisyonda yatarken testi uygulayacak kişi test edilecek kalçanın kontralateral tarafına geçer. Kalçalar ekstansiyonda, test edilecek taraftaki diz 90° fleksiyon pozisyonundadır. Testi yapan kişi sol eli ile trokanter majorü palpe eder ve sağ eli kalçayı iç rotasyona getirir. Trokanterik çıkıntının en belirgin olduğu anda tibia ile vertikal düzlem arasındaki açı goniyometre ile ölçülerek femoral anteversiyon açısı belirlenir. Bu test üç yaşından küçük çocuklarda kalça eklemesindeki internal rotasyon limitasyonundan dolayı doğru sonuçlar vermeyebilir (25).

-Tibial rotasyonun değerlendirilmesi: Diz eklemesinde tibial kondillerden geçen eksen ile ayak bileğindeki transmalleoler eksen arasındaki açı tibial torsiyon açısıdır (TMA-Transmalleoler Açı). Normal fetal gelişim sırasında ayak içe dö-

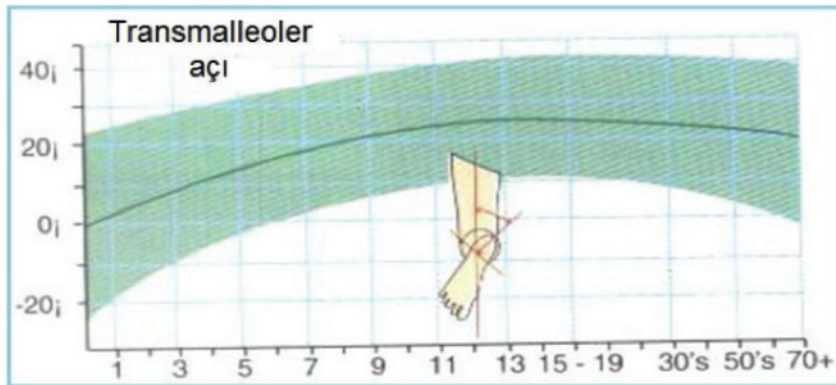
nüktür ve yaş ilerledikçe dışa doğru dönme gerçekleşir. Literatürde yayınlanmış birçok çalışmada, yenidoğan döneminde ortalama 4° olan TMA çocukluk çağı boyunca dereceli olarak artarak, beş yaşında 10° 'ye, 13 yaşında 14° 'ye ve adölesan dönemin sonunda erişkin değeri olan 20° lateral tibial rotasyona ulaştığı belirtilmiştir (Şekil 1) (26).

Yapılan çalışmalarda tibial torsiyonun gebeliğin ilk üç ayında genetik faktörlerden, son üç ayında ise intrauterin mekanik faktörlerden kaynaklandığı bildirilmiştir. Çocukluk çağı ortasında içe basmanın birincil nedeni artmış femoral anteversiyondur ve daha az sıklıkta internal tibial torsiyondur. İnternal tibial torsiyon genellikle yedi yaşından önce spontan olarak düzelirken, sekiz yaş sonrasında femoral anteversiyonda önemli derecede azalma görülmez. Bunun aksine, eksternal tibial torsiyon yaş ile birlikte artma eğilimindedir ve genellikle adölesan ve geç çocukluk çaığında görülür (27). Tibial rotasyon; uyluk-ayak açısı ve TMA ölçümü yapılarak iki şekil de değerlendirilebilmektedir. Uyluk-ayak açısı, hasta yüzüstü pozisyonda yatarken, dizler 90° fleksiyona getirildiğinde ayak eksenini ile uyluk eksenini arasındaki kalan açıdır. Pozitif değerler dış rotasyonu, negatif değerler ise iç rotasyonu gösterir. Yaş ile değişkenlik göstermekle birlikte, doğumda ortalama -5° dir. Çocukluk çağı ortasında erişkin değerlere yaklaşır. Erişkinlerde ortalama değeri $+10^\circ$ dir TMA ölçümü de, yüzüstü pozisyonda yapılır. Medial malleol ile lateral malleolü birleştiren hat topuk üzerinde çizilir ve bu çizgiye dik olarak çizilen hat ile uyluk ortasından çizilen hat arasındaki açı TMA'yı verir. TMA değerleri kabaca uyluk-ayak açısı ile korelasyon göstermektedir. Ama her zaman uyluk-ayak açısından daha büyük değerlere sahiptir. Doğumda ortalama 0° 'dir, erişkinde ortalama değeri $+20^\circ$ 'dir. Bu ölçümleri yaparken ayağın pozisyonu çok önemlidir. Ayak doğal pozisyonda serbest bırakılmalı ve elle pozisyon verilmeye çalışılmamalıdır (28).

- Metatarsal dizilimin değerlendirilmesi: Normal metatarsal aksta, topuk ortasından başlayan çizginin ikinci parmaktan geçmesi gerekir ve ayağın dış kenarı düzdür. Metatarsal aks, hafif deformitede üçüncü parmaktan, orta derecede deformitede 3-4. parmaklar arasından ve ağır deformitelerde 4-5. parmaklar arasından geçer. Örneğin; ayak dış kenarında konveksite ve ön ayakta adduksiyon varsa bu içe basma sebeplerinden biri olan metatarsus adduktusu gösterir (29). Ayrıca intermetatarsal mobilitenin değerlendirmesi de metatarsal dizilimin değerlendirilmesi ile ilgili bölümünde yer alması planlanmıştır.

- Ayak ilerleme açısının değerlendirilmesi: Yürüme açısı olarak da bilinen bu açı çocuğun yürüdüğü doğrultuda çizilen düz bir çizgiye göre ayak uzun ekseninin oluşturduğu açıdır. Çocuğun ayağı, uzun bir kağıt şeridinde ailesine doğru yürümeden önce tebeşirle tozlanır ve daha sonra açı hesaplanır. Artı işareti dışarıya doğru bir açıyı, eksi işareti ise çizgiden içeriye doğru girme açısını belirtir. Yüksek derecede pozitif değerler dışa basmayı işaret ederken negatif değerler ise içe basmayı göstermektedir. Normal ayak ilerleme açısı değerleri ise -3 ile $+20$ arasındadır (30).

- Ayakla ilişkili yaşam kalitesinin değerlendirilmesi: Geleneksel olarak hastalık veya anormal durumların etkileri objektif yöntemlerle ölçülmektedir. Bununla birlikte artık günümüzde hasta muayeneleri yapılırken sağlıkla ilgili yaşam kalitesi değerlendirmelerine de odaklanılmaktadır. Örneğin; tümör tedavisinin sonuçları tümörün boyutları değerlendirilerek yapılır. Fakat tümör boyutundaki bir azalmanın yaşam kalitesinde bir düzelme sağlayıp sağlamadığı bildirilmemektedir. Gerçekte, tedavinin yan etkileri kısa ve uzun vadede hastanın yaşam kalitesini olumsuz yada olumlu yönde etkileyebilir. Bu durumun benzeri, ayak sağlığı konusunda da yaşanmaktadır. Çeşitli ark yüksekliği ölçümleri, arka ayak pozisyonu, taban basınç analizi gibi ob-



Şekil 1) Transmalleolar Aksın Yaşlara Göre Dağılımı (26)

jektif biyomekanik ölçümler yapılmaktadır ancak bu ölçümler ile yaşam kalitesi arasındaki ilişki hakkında çok az şey bilinmektedir. Özellikle pediatrik gruptaki bireylerde bu konu hakkındaki bilgi çok kısıtlıdır. Ayak ve ayak bileği ile ilgili problemi olan pediatrik yaş grubundaki hastaların bu problemlere bağlı ne kadar sık yorulduğu, varsa ağrısının şiddeti, düşme hikayesi, ayakka-bı seçiminde yada kullanımında yaşanan problemleri, fiziksel aktiveden kaçınma yada hareket korkusunun gelişimi sorgulamaları yapılmalıdır. Bu parametreler çocuklarda ayakla ilgili yaşam kalitesi hakkında fikir sahibi olunması açısından önemlidir.

Bu aşamadan sonra değerlendirme parametrelerin gereksiz veya uygun olmayanlarının ortadan kaldırılması için, istatistiksel analizler en sık kullanılan matematik modellerinden olan lojistik regresyon modeli, *classification tree analysis* (CART) veya *item response theory* (IRT) gibi yöntemlerden biri kullanılmaktadır. Bunların yanında en sık kullanılan yöntem ise Rasch model analizidir. Bu analizde geçerliliği kanıtlanmış mevcut diğer değerlendirme yöntemleri (OxAFQ-C, FPI-6, Pediatrik Yaşam Kalitesi Envanteri) kullanılarak biyoistatistiksel analizler yapılır. Anketi oluşturan değerlendirme parametreleri, Cronbach alfa (birden fazla yanıt ögesi için) veya 'Kuder-Richardson 20 istatistiği' (ikili yanıtlar için) kullanılarak 'iç tutarlılık' açısından test edilir. Araştırma ve grup düzeyinde karşılaştırmalar için, 0.8 değerleri (aralık: 0.65-0.90) kabul edilebilir. Düşük iç tutarlılık, yetersiz soru sayısından olmasından kaynaklanabilir. Faktör analizi, ölçeğin birden fazla sonucu (yapı) ölçüp ölçmediğini belirlemek ve parametrelerin gruplandırılması için kullanılabilir. Bu matematiksel modellerin sonuçları, bir grup uzman tarafından değerlendirmeye tabi tutulmalıdır.

Ölçek geliştirme sürecinin en son basamağını ise güvenilirlik ve geçerlilik çalışmaları oluşturmaktadır. Güvenilirlik, genellikle bir testi tanımlamak için kullanılan bir dizi ölçüm veya ölçüm aracının tutarlılığıdır. Güvenilirlik, rastgele hata ile ters orantılıdır ve geçerlilik anlamına gelmez. Gözlemler arası (test-retest) ve gözlemciler arası (inter-rater reliability) farklar hesap edilir. Soru havuzunun oluşturulması ve gerekli istatistiksel analizlerin yapılmasından sonra ortaya çıkan son değerlendirme formunun, aynı konuda değerlendirme yapmak üzere literatürde altın standart olarak belirlenmiş (yukarıda belirtilen) bir yada birkaç ölçekle korelasyonlarının araştırılmasıyla ortaya konacak geçerlilik çalışması yapılmalıdır. Daha sonra, geçerliliği belirlenen bu ölçek formunun, aynı olgularda farklı zaman dilimlerinde

birden fazla sayıda uygulanmasıyla elde edilecek sonuçlarının testler arası güvenilirliğin saptanması için analiz edilmesi; ve aynı olgular üzerinde birden fazla uygulayıcının birbirlerinden bağımsız olarak uygulaması ile elde edilecek sonuçların istatistiksel analizi ile de değerlendiriciler arası güvenilirliğin saptanması süreçleri uygulanmalıdır. Bu çalışma kapsamında geliştirilmesi planlanan pediatrik alt ekstremité ve ayak-ayak bileği ölçeğimize yönelik çalışmalarımız, henüz bu süreçlerini tamamlamaktadır.

4. SONUÇ

Çocuklarda görülen ayak problemleri beraberinde gelen sağlık problemleri dışında (ağrı, şekil bozuklukları, sertlik, hareket kısıtlılıkları gibi) çocukluk ve yetişkinlik çağında düşme ve kırık riskini de arttırarak disabilite ve fonksiyonel kayıplara neden olabilmektedir. Bu nedenle erken dönemde en uygun değerlendirme yöntemleri ile değerlendirilmeleri gerekli önlemlerin alınması açısından oldukça önemlidir. Pediatrik ayak ve ayak bileğini değerlendirirken kullanılacak ölçeklerin arasına yeni çok boyutlu bir ölçeğin de katılması literatürdeki mevcut eksikleri kapatacaktır. Ayrıca klinisyenlere tedavi sonuçlarının ortaya konulmasında etkili, geçerli ve güvenilir bir ölçüm aracı sağlanmış olacak ve araştırmacılara yapacakları çalışmalarda yol gösterici olacaktır.

5. KAYNAKLAR

1. Şimşek TT. Pediatrik Ayak Problemlerinde Rehabilitasyon. Türkiye Klinikleri Journal of Physiotherapy and Rehabilitation-Special Topics. 2016;2(3):31-6.
2. Brosh T, Arcan M. Toward early detection of the tendency to stress fractures. Clinical Biomechanics. 1994;9(2):111-6.
3. Williams DS, McClay IS. Measurements used to characterize the foot and the medial longitudinal arch: reliability and validity. Physical therapy. 2000;80(9):864-71.
4. Freychat P, Belli A, Carret J-p, Lacour J-R. Relationship between rearfoot and forefoot orientation and ground reaction forces during running. Medicine and science in sports and exercise. 1996;28(2):225-32.
5. Jonson LSR, Gross MT. Intraexaminer reliability, inter-examiner reliability, and mean values for nine lower extremity skeletal measures in healthy naval midshipmen. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy. 1997;25(4):253-63.
6. Redmond AC, Crosbie J, Ouvrier RA. Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the Foot Posture Index. Clinical Biomechanics. 2006;21(1):89-98.
7. Morris C, Doll H, Wainwright A, Theologis T, Fitzpatrick R. The Oxford ankle foot questionnaire for children. Bone & Joint Journal. 2008;90(11):1451-6.
8. Stavlas P, Grivas TB, Michas C, Vasiliadis E, Polyzois V. The evolution of foot morphology in children between 6 and 17 years of age: a cross-sectional study

- based on footprints in a Mediterranean population. *The Journal of foot and ankle surgery*. 2005;44(6):424-8.
9. Thometz JG. Pediatric foot and ankle. *Current Opinion in Orthopaedics*. 2000;11(6):438-42.
 10. Brotzman SB, Manske RC. *Clinical Orthopaedic Rehabilitation E-Book: An Evidence-Based Approach-Expert Consult*: Elsevier Health Sciences; 2011.
 11. Furdon SA, Donlon CR. Examination of the newborn foot: positional and structural abnormalities. *Advances in Neonatal Care*. 2002;2(5):248-58.
 12. Barry RJ, Scranton Jr PE. Flat feet in children. *Clinical orthopaedics and related research*. 1983;181:68-75.
 13. Staheli LT, Corbett M, Wyss C, King H. Lower-extremity rotational problems in children. Normal values to guide management. *JBJS*. 1985;67(1):39-47.
 14. Twomey D, McIntosh A, Simon J, Lowe K, Wolf S. Kinematic differences between normal and low arched feet in children using the Heidelberg foot measurement method. *Gait & posture*. 2010;32(1):1-5.
 15. Molony D, Hefferman G, Dodds M, McCormack D. Normal variants in the paediatric orthopaedic population. *Irish medical journal*. 2006;99(1):13-4.
 16. Rose G, Welton E, Marshall T. The diagnosis of flat foot in the child. *Bone & Joint Journal*. 1985;67(1):71-8.
 17. Mauch M, Mickle KJ, Munro BJ, Dowling AM, Grau S, Steele JR. Do the feet of German and Australian children differ in structure? Implications for children's shoe design. *Ergonomics*. 2008;51(4):527-39.
 18. Shine L. Incidence of hallux valgus in a partially shoe-wearing community. *British medical journal*. 1965;1(5451):1648.
 19. Kato T, Watanabe S. The etiology of hallux valgus in Japan. *Clinical orthopaedics and related research*. 1981;157:78-81.
 20. Echarri JJ, Forriol F. The development in footprint morphology in 1851 Congolese children from urban and rural areas, and the relationship between this and wearing shoes. *Journal of pediatric orthopaedics B*. 2003;12(2):141-6.
 21. Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the foot posture index. *Journal of foot and ankle research*. 2008;1(1):6.
 22. Morris C, Doll H, Davies N, Wainwright A, Theologis T, Willett K, et al. The Oxford Ankle Foot Questionnaire for children: responsiveness and longitudinal validity. *Quality of Life Research*. 2009;18(10):1367.
 23. Büyüköztürk Ş, Çakmak EK, Akgün ÖE, Karadeniz Ş, Demirel F. Bilimsel araştırma yöntemleri. *Pegem Atfı İndeksi*. 2017:1-360.
 24. Lincoln TL, Suen PW. Common rotational variations in children. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2003;11(5):312-20.
 25. Gulán G, Matovinović D, Nemec B, Rubinić D, Ravlić-Gulan J. Femoral neck anteversion: values, development, measurement, common problems. *Collegium antropologicum*. 2000;24(2):521-7.
 26. Staheli LT. Lower positional deformity in infants and children: a review. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 1990;10(4):559-63.
 27. Milner CE, Soames RW. A comparison of four in vivo methods of measuring tibial torsion. *Journal of anatomy*. 1998;193 (Pt 1):139-44.
 28. Hazlewood ME, Simmons AN, Johnson WT, Richardson AM, van der Linden ML, Hillman SJ, et al. The Footprint method to assess transmalleolar axis. *Gait Posture*. 2007;25(4):597-603.
 29. Katz K, Naor N, Merlob P, Wielunsky E. Rotational deformities of the tibia and foot in preterm infants. *Journal of pediatric orthopaedics*. 1990;10(4):483-5.
 30. Danino B, Erel S, Kfir M, Khamis S, Batt R, Hemo Y, et al. Influence of orthosis on the foot progression angle in children with spastic cerebral palsy. *Gait Posture*. 2015;42(4):518-22.

Ayağın Birinci Sırası

Dr. Fzt. Pınar KISACIK

Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Samanpazarı / Ankara.

E-posta: pinar.dizmek@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Ayağın birinci sırası 1. Metatarsal ile medial küneiformdan oluşur ve ön ayağın en baskın mekanik yapısıdır (1). Birinci metatarsoküneiform eklem yeri medial longitudinal (MLA) ve transvers (TrA) arkaların kesişim noktası olmasından dolayı önemlidir. Birinci sıranın fonksiyonları; yer reaksiyon kuvvetlerine karşı koymak, duruş fazında MLA'nın stabilitesini sürdürmek, topuk kalkışı fazında metatarsal başın fleksiyonunu sağlamak ve ilerleme fazı rijit kaldıraç mekanizması için medial stabiliteyi sağlamaktır. Yürüyüş sırasında subtalar eklem pronasyonu, erken duruş fazında birinci sırayı aşağıya doğru çeker ve topuk vuruşu sırasında oluşan şokları dağıtır (1, 2). Vücut ağırlığı öne doğru ilerledikçe, supinasyon mekaniği MLA'yı stabilize eder ve ayağı yürümenin itme fazı için hazırlar. Bu bilgilerden yola çıkarak birinci sıranın değerlendirilmesi ve erken dönemde oluşan değişimlerin farkedilmesi ve gerekli yaklaşımların uygulanması ayak konusunda çalışan veya çalışmak isteyen fizyoterapistlere erken dönemde hasta tedavi ve takibinde yardımcı olacaktır. Bu noktada bu yazının amacı; birinci sırayı oluşturan yapıları tanımlamak ve bu konuda farkındalık oluşturmaktır.

Anahtar Kelimeler: birinci sıra, mobilite, metatarsal

ABSTRACT

The first ray, comprised of the first metatarsal and medial cuneiform, is the most dominant mechanical structure of the forefoot (1). The location of first metatarsocuneiform joint is important since it intersects the medial longitudinal and transverse arches. The functions of the first ray; resisting ground reaction forces, maintaining MLA integrity during stance phase and providing medial stability for propulsive rigid lever mechanism. In walking, pronation of the subtalar joint lowers the first ray to the ground in early stance and dissipates the shock of heel impact (1, 2). As body weight moves forward, the mechanics of supination stabilize the medial arch, preparing the foot for the propulsive phase of gait. From this information, evaluation of the first ray, awareness of the changes occurring in the early period and application of the necessary approaches will help physiotherapists who study or want to study in the foot topic in the early stages of treatment and follow-up. At this point the purpose of this article is to define the components of the the first ray and to create awareness on this topic.

Keywords: first ray, mobility, metatarsal

1. GİRİŞ

Ayağın birinci sırası ön ayağın en baskın mekanik yapısı olarak kemikler ve aralarında meydana gelen eklemlerle tek bir ayak bölümünü oluşturur (3). Birinci sıra kemik ve eklem yapıları ve bunları destekleyen veya kontrol eden kaslar ve fonksiyonları oldukça iyi tanımlanmıştır. Bununla beraber birinci sıranın yetersizliğinin klinikte *Halluks Valgus*, *Halluks Rigidus*, *Metatarsus Varus*, *Pes Planus*, *Metatarsalji*, *Metatarsal Stres Kırıkları*, *Posterior Tibial Tendon Disfonksiyonu*, *Plantar Fasiit*, *Medial Tibial Stres Sendromu*, *Tendinopatiler (Fleksör Hallus Longus ve Brevis)*, *Ön ayak ülserasyonları* gibi sorunların etyolojisinde yer aldığı bilinmektedir (4-6). Bu bilgilerden yola çıkarak birinci sıranın

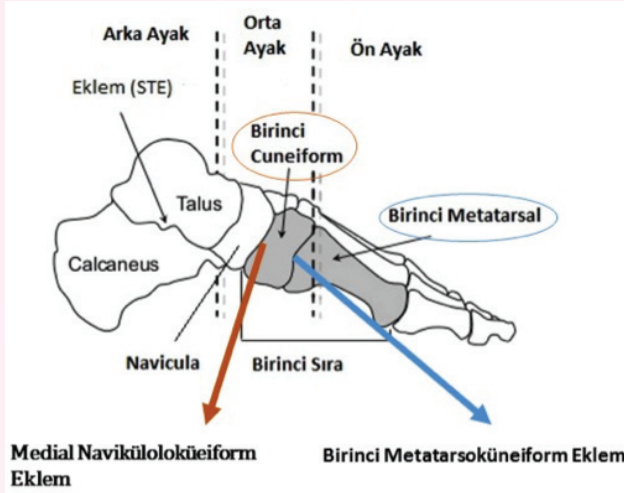
değerlendirilmesi ve erken dönemde oluşan değişimlerin farkedilmesi ve gerekli yaklaşımların uygulanması ayak konusunda çalışan veya çalışmak isteyen fizyoterapistlere erken dönemde hasta tedavi ve takibinde yardımcı olacaktır. Bu noktada bu yazının amacı; öncelikle birinci sırayı oluşturan yapıları tanımlamak, birbirleri ile olan ilişkilerinden bahsederek bu yapıya ait farkındalık oluşturmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Birinci Sıra Anatomisi

Ayağın birinci sırası kemikleri; birinci (medi-

al) küneiform kemik ve birinci metatarsal kemiktir. Eklemleri ise temelde bu iki kemik arasında yer alan birinci metatarsoküneiform eklemden oluşmaktadır. Ancak medial navikülöküneiform eklem de yakın komşuluğu nedeniyle bu yapının içine dahil edilmektedir (Şekil.1) (1, 7).



Şekil.1. Ayağın Birinci Sırası Kemik ve Eklemleri (8).

2.2. Birinci Sıranın Ayak Biyomekaniğindeki Önemi

Birinci sıra ayak biyomekanisine segmental dizilim, kassal ve ligamentöz desteklerin yardımıyla etki etmektedir. Özellikle 2 unsur bu konuda önemlidir. Bunlardan ilki şokları karşılama yükleri dağıtma ve aktarma ile ortaya çıkmaktadır. Bu noktada yürüyüş sırasında birinci sıranın topuk vuruşuyla başlayıp parmak kalkışına giden destek fazı boyunca oluşan kuvvetlerin %60'ını karşıladığının altını çizmekte fayda vardır.

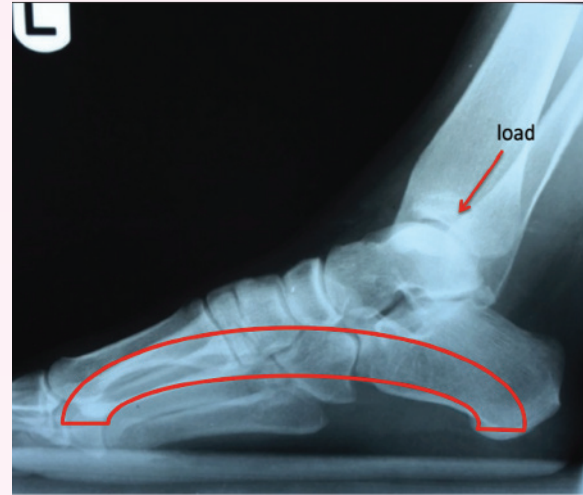
Bir diğeri ise arkların stabilitesini korumak olarak tanımlanmaktadır. Ark stabilitesini koruyabilmesi metatarsoküneiform eklemin yerinden kaynaklanmaktadır. Ayağın merkezi konumunda yer alan eklem, Medial Longitudinal Ark (MLA) ve Anterior Transvers Ark (TrA) gibi iki temel arkın kesişim noktasında yer almasıyla birinci sırayı iki ark üzerinde de söz sahibi yapmaktadır (9).

2.2.1. Birinci Sıra ve Medial Longitudinal Ark (MLA) İlişkisi

MLA ayağın esas yük taşıyan yapısı olarak tanımlanmakta ve yürüyüş sırasında birinci sıranın kinematiklerine bağlı olarak desteğine ihtiyaç duymaktadır (2, 10). Birinci sıra da MLA'nın distaldeki son bölümü olarak fonksiyon görmektedir.

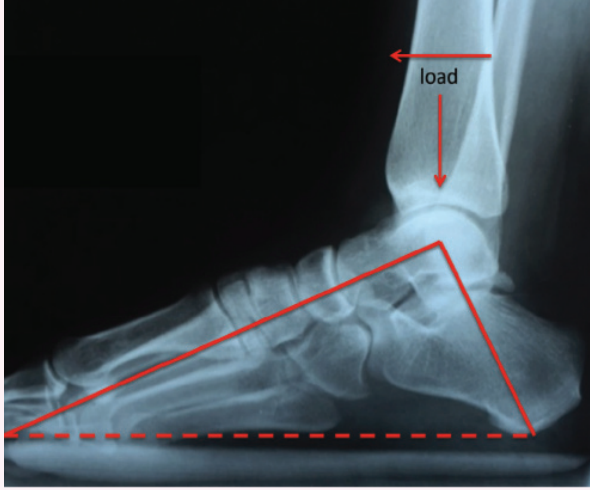
Yürüyüş sırasında ayağın şokları absorbe etme, farklı zeminlere uyum sağlama ve bunlarla birlikte vücut ağırlığı karşılama gibi becerileri *Curved beam* (Kiriş) ve *Truss lik fashion* (Üçgen çerçeve) modelleri ile ilişkilidir (4, 11, 12). İki kavram da yürüyüşün farklı fazlarında yüklenmeye karşı MLA'nın takındığı tavrı tanımlamak için kullanılmaktadır.

Beam (Kiriş) uygulanan kuvvet karşısında bükülmeye karşı koyma şeklinde tasarlanmış yapıyı ifade etmekte kullanılmaktadır (4). *Curved beam* ise MLA'nın erken duruş fazında şok absorban olarak görev yapması, zemine uyum sağlama ve vücut ağırlığını karşılayıp desteklemesini ifade etmektedir (Şekil.2).



Şekil.2. *Curved beam* (Kiriş modeli): Erken duruş fazı sırasında medial longitudinal arkın zemine uyum sağlama ve vücut ağırlığını karşılayıp desteklenmesi (13).

Truss ise iki rijit desteği tabanı ile bağlantı kuran üçgen çerçeve olarak tanımlanmaktadır. *Truss like fashion* (Üçgen çerçeve modeli) duruş fazının ilerlemesiyle yüklenme kuvvetinin daha dikey hale geldiğinde, kalkaneus ve metatarsaller yerde iken çıkırık mekanizmasının plantar fasyayı girmesi sonucunda medial arkın stabil bir sütun gibi davranabilmesidir. Bu stabil sütun davranışı da birinci sıranın normal fonksiyonuna dayanmaktadır (Şekil.3) (4).



Şekil.3. Truss-likesi fashion (Üçgen çerçeve modeli): Vücut ağırlığının duruş fazından itme fazına ilerlemesi sırasında öne doğru aktarılması sırasında kalkaneus ve metatarsal başların yerde olduğu durumda ayağın plantar fasya ve medial longitudinal ark ile desteklenmesi (13).

2.2.2. Birinci Sıra ve Çıkırık Mekanizması

Çıkırık mekanizması (Windlass mechanism) duruş fazının sonunda metatarsofalangeal eklemin ekstansiyonu devreye giren mekanizma sonucunda eklemlerin kilitlenmesi ile MLA'nın çökmesi engellenmiş olmaktadır. Bu da ayağın rijit bir kaldıraç görevi görebilmesine olanak sağlamaktadır (Şekil.4).

Çıkırık mekanizması ise MLA'nın stabilitesini arttıran bir mekanizmadır ve topuk kalkışı ile aktif hale gelir. En etkin olduğu nokta birinci metatarsofalangeal eklemdir. Bu etkinlik, sesamoidlerin kaldıraç özelliği yaratması ve birinci metatarsal başın eğri yapısının geniş bir ark oluşturmasıyla ortaya çıkar. Ayrıca MLA da bu kendine özgü mekanizması aracılığıyla yürüyüşün stabil itme fazında ön ayakta uzun kaldıraç kolu ile aşil tendonuna destek sağlar (15). Böylece tendonun kaldıraç kolu uzatılmış olur ve kuvvet-

ten kazanç sağlanır. Yürüyüş sırasında bu avantaj şöyle sağlanmaktadır:

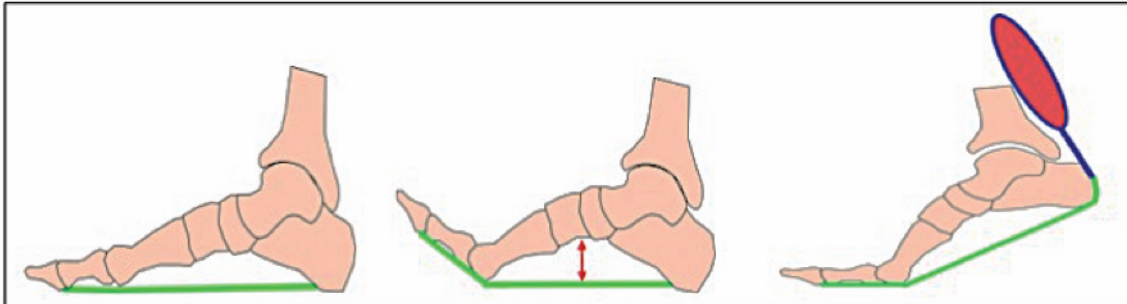
Topuk kalkışı sırasında, başparmak ve küçük parmaklar ayak yükselirken yerden kaldıraçla kaldırılıyormuş gibi gözlemlenirler. Topuk kalkışını takiben ortaya çıkan dorsi fleksiyon plantar fasyadaki gerilimi artırır ve artmış ark yüksekliği, metatarsal plantar fleksiyon, ark eklem stabilizasyonu ve kalkaneal inversiyonu içeren çalışma mesafesini kısaltır. Sesamoidler ise metatarsal başlar üzerinde anteriora doğru hareket ediyor olarak görülürler. Bu noktada çıkırık mekanizması devreye girdiğinde birinci metatarsal plantar fleksiyona gelecek ve ikinci metatarsalin basıncı eş zamanlı düşerken artmış plantar basınca yol açacaktır. Bu noktada da aşil tendonu kaldıraç kolunu uzatarak; ön ayakta daha stabil ilerleme fazına yol açacaktır (Şekil.4).

Ancak bilinmelidir ki çıkırık mekanizması halluks, sesamoidler ve birinci metatarsal doğru dizilimde ise tam olarak etkin olabilmektedir. Çalışmalarda birinci metatarsofalangeal eklem yapılarının doğru dizilimi ile sapmış eklem yapısı karşılaştırılmış ve birinci metatarsal plantar fleksiyonunda %26 artış olduğu görülmüştür (16).

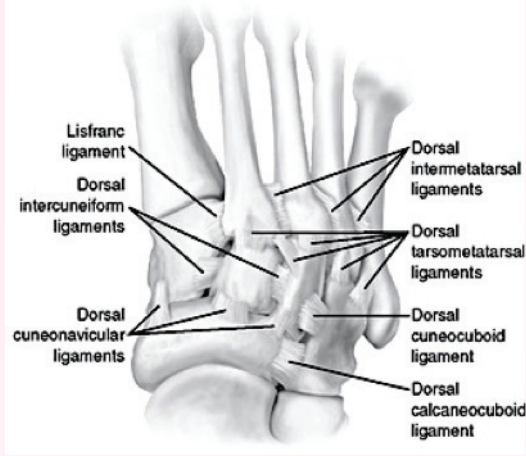
Çıkırık mekanizması ilerleme fazında devreye girdiğinde, birinci metatarsal plantar fleksiyon yapar, bu durum artmış plantar basınçların ve eş zamanlı olarak ikinci metatarsal başa düşen basınçların da düşmesine yol açtığı belirtilmektedir (17).

2.2.3. 1. ve 2. Metatarsal Arası İlişkiyi Sağlayan Yapılar

Yürüyüşün çeşitli fazları ve ayakta duruş sırasında ayak sürekli farklı şekillerde yüklenmekte ve basınç altında kalmaktadır. Bu basınçların dağılımında ve metatarsaller arası ilişkiyi sürdürmede ligamentler önemli görevler üstlenmektedirler (Şekil.5) (18).



Şekil.4. Ayağın Çıkırık mekanizması ve aşil tendonunun etkisi (14).



Şekil.5. Metatarsaller arası ligamentler (19).

İntermetatarsal ligamentler 2-5 metatarsaller basileri arasında yer alır ve rijit stabiliteyi sağlarlar. Ancak 1 ve 2. metatarsaller arası böyle bir bağ yoktur. Sadece küneiform kemikten 2. metatarsale uzanan Lisfranc ligamenti bulunur, böylece birinci sıra diğerlerine göre daha fazla hareket yeteneğine sahip olmaktadır. Ancak öte yandan bu hareketlilik instabiliteye de daha açık hale gelmesine yol açmaktadır (7).

2.2.4. 1. Metatarsalin Özelliği

Birinci metatarsalin özelliğini ilk kez Otto F. Schuster 1927 de tanımlamıştır. Bu tanımlamada Schuster, 1. metatarsı en kısa ancak en güçlü kemik olarak ve bunlarla beraber en önemli yük taşıma noktası olarak tanımlamıştır (20). Çalışmalarda statik duruşta vücut ağırlığının %40'ını 1. metatarsın taşıdığı belirlenmiştir. Daha sonraki çalışmalarda da yürüyüşte ilerleme sırasında 1. metatarsalin plantar fleksiyona giderek ve destek yüzeyi ile ilişkisini sürdürerek dinamik olarak da etkin olduğu belirtilmiştir (21).

2.3. Yürüyüşte Birinci Sıranın Fonksiyonu

Normal yürüyüşte yüklerin topuktan ön ayağa düzgün ve hızlı bir aktarımı gerçekleşir (22). Yürüyüş sırasında birinci sıra ve medial kolon topuk kalkışı fazında rijit bir kaldıraç gibi hareket ederler. Gastro-soleus kası kasıldığında talar gövde merkezi çevresinde dönerek ayak plantar fleksiyona gider. Ağırlık taşıma ve aşıl tendon gerim kuvvetleri birleşimi kişiyi öne taşıyabilmek için zemine medial kolon ve birinci sıra aracılığıyla aktarılır (7).

Birçok çalışmada kemik ve eklemlerin hareketlerini aproksimasyonlar olarak tanımlanmış ve gerçek kemiksel kinematik hareketin ölçülemediği belirtilmiştir. Ancak Lundgren ve ark.

çalışmalarında Kirschner teli ile sensörleri direkt olarak kemik bölümlerine yerleştirerek hareketleri gözlemleyebilmişlerdir (23). Bu detayları ile çalışma oldukça dikkat çekicidir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre; eklem hareketliliği açısından en fazla hareketin navikuloküneiform eklemden yapılmakta olduğu ve birinci metatarsoküneiform eklem hareketi katkısının ise sanılanın aksine %50 oranından daha az olduğu ortaya konmuştur. Bu noktada navikulanın birinci sıra içerisinde sayılmaya başlanmasının pek de yanlış olmayacağını düşünebilir.

2.4. Birinci sıra fonksiyonunda yer alan diğer yapılar

2.4.1. 1. Metatarsoküneiform Eklem

Eklem dorsal yönde bir hareketi vardır ve bu hareketin miktarı 1. Metatarsalin hareketi olarak ölçülmekte ve ortalama 6 mm (4-9 mm arasında değişebilir.) olarak ifade edilmektedir (24). Eklem bu dorsal hareketi yürüyüşte yer reaksiyon kuvvetleri için hareketin odağını oluşturur. Yeterli dorsal hareket de düzgün yürüyüşü sağlar (25).

2.4.2. Peroneus Longus (PL)

PL tendonu küboid kanalın posterolateralinden anteromediale doğru oblik bir seyir izleyerek 1. metatarsal baş ve medial küneiforma tutunur. Kas kasıldığında, 1. metatarsal başa eversiyon yaptırır ve medial küneiformu medial kolonda kilitler. PL aktivasyonu ile; 1. Metatarsal eversiyonu 8.06 ± 3.07 derece ve medial küneiform eversiyonu 7.44 ± 2.64 derece olarak belirtilmiştir (26).

Peroneus Longus (PL) ayak problemi olmayanlarda yapılmış olan EMG çalışmalarına göre en fazla aktivitesini topuk kalkışında göstermektedir (27). Tendonun etkinliği çekiş yönü ile ilişkili olarak birinci sıranın dorsal hareketini sınırlandırmaktadır (5, 6). PL'nin oluşturduğu kuvvet daha büyük oranda lateral kuvvet ve daha az olarak plantar kuvvet diye ayrılır (28).

Normal şartlar altında ayağın supinasyonunda medial ark eleve olur, böylece küboid kanal, PL'nin insertio noktasından (1.metatarsal basisi ve 1. cuneiform mediali- 1. metatarsoküneiform eklem) daha aşağıda kalır, böylece PL'nin plantar kuvvet moment kolu uzamış olur. Dolayısıyla tendonun etkinliği subtalar ve midtarsal eklem pozisyonundan da etkilenir (4).

Ayakta uzamış pronasyon MLA'yı düşürür, PL'nin 1. metatarsali stabilizasyon yeteneğini bozar (5, 6). Bunu takiben, 1. metatarsalin son nok-

taya kadar dorsi fleksiyon hareketini limitleyen ligamentöz doku aşırı stres altında kalır ve bu da eklem laksitesi ile sonuçlanır (4).

2.4.3. Sesamoidler

Sesamoidlerin fonksiyonu temelde 1. metatarsoküneiform ekleme destek sağlamaktır. Ayrıca birinci sıranın elevasyonu ile 1. metatarsalin yük taşıma kapasitesini artırarak ve kasların tutunduğu mekanik kaldıraç kolunu uzatırlar. Sesamoidlerin stabilizasyonu Fleksör hallucis longus ve brevis sağlamaktadır (13).

2.4.4. Fleksör Hallusis Longus (FHL) ve Brevis (FHB)

FHL yürüyüş sırasında yer reaktif kuvvetleri tarafından oluşturulan metatarsal dorsal gerilmelerin büyüklüğünü azaltır. Bu fonksiyonu ile dorsal gerimde en çok etkilenen 2. metatarsal üzerinde önemli rol oynar (29, 30).

FHB yürüyüş sırasında halluksun önemli bir stabilizatörüdür ve yükleri halluksun önüne doğru transfer eder (30).

2.5. Birinci Sıra Yükleri Karşılayamazsa?

Birinci sıra ön ayağın yük transferinde önemli role sahiptir dolayısıyla, ön ayakta yük transferi ciddi olarak etkilenecektir. Medial kolon rijit kaldıraç özelliğini yitirirken, yükün de diğer metatarsallere doğru kaydığı gözlenir (2, 7). Komşu ayak yapılarında artmış yüklenme ile ikinci metatarsofalangeal sinovit, interdiyal nöroma, metatarsalji ve stres kırıkları gibi çeşitli mekanik bozukluklar ortaya çıkmaktadır (7).

2.5.1 Birinci Sıra Yetersizliği

Birinci sıranın yetersizliğine ilişkin tanımlamalar ilk kez 1928 yılından başlayarak çalışmalarına devam eden Morton isimli araştırmacı tarafından yapılmıştır (31). Morton durumu *Atavistic* - Kalıtsal olarak tanımlanmış ve daha sonrasında da Sendrom olarak en iyi tanımlanan durum olarak birinci sıra yetersizliğine ilişkin bilgi birikimimiz artmaya devam etmiştir.

Sonuç olarak, pek çok araştırmacının birinci sıra yetersizliği tanımı konusunda birleştiği nokta vücut ağırlığının aktarımı sırasında 1. ve 2. metatarsaller arasında dinamik dengesizliğe bağlı olarak gelişen işaret ve bulguların klinik olarak varlığıdır (Tablo.1).

Tablo.1. Birinci Sıra Yetersizlik Sendromu İşaret ve Semptomları.

• Artmış pronasyon ve ilişkili durumlar
• 2. ve 3. metatarsal baş altında yaygın plantar kallus oluşumu
• Metatarsal bölgede ağrı
• Plantar yüzde 2. metatarsal baş hassasiyeti
• 2. metatars shaftının göreceli olarak genişlemesi ve kortikal kalınlaşması
• 2. metatarsofalangeal eklem subluksasyon/dislokasyonu
• Küçük metatarsal stres kırıkları

3. SONUÇ

Özetle ön ayağın en baskın mekanik yapısı olan birinci sıra, MLA ve TrA gibi ayağın en önemli arklarının kesişim noktasında kalmasıyla fonksiyonel olarak oldukça önemli bir yapıdır. Bu noktada birinci sıra yetersizliği ve onu takiben gelişecek olan ayak problemleri hasta için ciddi bir sorun teşkil edecektir. Bu noktada ayak sorunlarını tedavi etmeye çalışan sağlık profesyonellerinin erken dönemde birinci sıra ile ilgili durumu fark ederek hastayı uygun yaklaşımlara yönlendirebilmesi çok önemlidir.

Öte yandan birinci sıranın değerlendirilmesinde araştırmacılar ve klinisyenler farklı manuel teknikleri, ölçüm cihazlarını veya son dönemde popüler olan dijital/bilgisayarlı sistemleri kullanırlar da en etkin ve doğru değerlendirme yöntemi konusunda fikir birliği bulunmamaktadır.

Değerlendirme yöntemleri konusuna paralel olarak, tedavi yöntemlerinde de fikir birliği bulunmamaktadır. Cerrahi en sık araştırılan konu olarak alan yazında yer almaktadır. Çeşitli artrodez cerrahilerine dair veriler rapor edilmiş olsa da etkinliklerine dair tartışmalar hala devam etmektedir. Öte yandan '*Hangi hastaya cerrahi yapılmalı?*' sorusuna benzer şekilde '*Hangi noktada konservatif tedaviler verilmeli?*' sorusu da cevap bekleyen bir diğer soru olarak karşımıza çıkmaktadır. Cerrahi olmadan ya da cerrahi önce ve/veya sonrasında uygulanacak egzersizler ve diğer tedavi protokollerinin neler olduğu ve etkinliklerine dair soru işaretleri de araştırmacıların kafasında yer almaktadır.

Sonuç olarak, birinci sıra kliniğinin çoklu ve karmaşık problemlerden oluşması etkin değerlendirme ve tedavi yaklaşımlarına olan ihtiyacın altını çizmektedir.

4. TEŞEKKÜR

Bu sunumun hazırlanmasında konu fikrini paylaştığım ilk andan itibaren son aşamasına kadar beni cesaretlendiren, bilgi ve yönlendirmeleri ile bana danışmanlık yapan ve destek olan Değerli Hocam Sayın Prof. Dr. Nilgün BEK'e teşekkür ederim.

5. KAYNAKLAR

- Hicks JH. The mechanics of the foot. I. The joints. J Anat. 1953;87(4):345-57.
- Saltzman CL, Nawoczenski DA. Complexities of foot architecture as a base of support. J Orthop Sports Phys Ther. 1995;21(6):354-60.
- Christensen JC, Jennings MM. Normal and abnormal function of the first ray. Clin Podiatr Med Surg. 2009;26(3):355-71, Table of Contents.
- Glasoe WM, Yack HJ, Saltzman CL. Anatomy and biomechanics of the first ray. Phys Ther. 1999;79(9):854-9.
- Tiberio D. Pathomechanics of structural foot deformities. Phys Ther. 1988;68(12):1840-9.
- Donatelli RA. Normal biomechanics of the foot and ankle. J Orthop Sports Phys Ther. 1985;7(3):91-5.
- Van Beek C, Greisberg J. Mobility of the first ray: review article. Foot Ankle Int. 2011;32(9):917-22.
- <https://www.slideshare.net/crisshupe/pudendal-neuralgia-and-lower-extremity-feet-biomechanics>.
- Wanivenhaus A, Pretterklieber M. First tarsometatarsal joint: anatomical biomechanical study. Foot Ankle. 1989;9(4):153-7.
- Huang CK, Kitaoka HB, An KN, Chao EY. Biomechanical evaluation of longitudinal arch stability. Foot & ankle. 1993;14(6):353-7.
- Dananberg HJ. Gait style as an etiology to chronic postural pain. Part I. Functional hallux limitus. Journal of the American Podiatric Medical Association. 1993;83(8):433-41.
- Sarrafian SK. Functional characteristics of the foot and plantar aponeurosis under tibiotalar loading. Foot & ankle. 1987;8(1):4-18.
- D'amico JC. Understanding the first ray. . Podiatry Management 2016 September:109-21.
- <https://physioworkshsv.com/plantar-fasciitis-part-1-cause-and-prevention/>.
- Greisberg J. Foot and ankle anatomy and biomechanics In: DiGiovanni C, Greisberg J, editors. Core Knowledge in Orthopedics Foot and Ankle: Elsevier 2007.
- Rush SM, Christensen JC, Johnson CH. Biomechanics of the first ray. Part II: Metatarsus primus varus as a cause of hypermobility. A three-dimensional kinematic analysis in a cadaver model. The Journal of foot and ankle surgery : official publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons. 2000;39(2):68-77.
- Weijers RE, Walenkamp GH, van Mameren H, Kessels AG. The relationship of the position of the metatarsal heads and peak plantar pressure. Foot & ankle international. 2003;24(4):349-53.
- Faber FW, Kleinrensink GJ, Verhoog MW, Vijn AH, Snijders CJ, Mulder PG, et al. Mobility of the first tarsometatarsal joint in relation to hallux valgus deformity: anatomical and biomechanical aspects. Foot Ankle Int. 1999;20(10):651-6.
- https://radiologykey.com/wp-content/uploads/2016/01/B9780323040341500180_gr7.jpg
- Schuster OF. Foot Orthopedics. 4 ed: First Institute of Podiatry; 1927.
- Greisberg J. Foot and ankle anatomy and biomechanics in Core Knowledge in Orthopedics In: DiGiovanni C, Greisberg J, editors. Foot and Ankle Elsevier 2007. p. 6,7,12,5.
- Blackburn MG, Tosh PA, McLeish RD. An investigation of the centres of pressure under the foot while walking. J Bone Joint Surg Br 1975;57:98-103.
- Lundgren P, Nester C, Liu A, Arndt A, Jones R, Stacoff A, et al. Invasive in vivo measurement of rear-, mid- and forefoot motion during walking. Gait Posture. 2008;28(1):93-100.
- Glasoe WM, Allen MK, Yack HJ. Measurement of dorsal mobility in the first ray: elimination of fat pad compression as a variable. Foot Ankle Int. 1998;19(8):542-6.
- Fritz GR, Prieskorn D. First metatarsocuneiform motion: a radiographic and statistical analysis. Foot Ankle Int. 1995;16(3):117-23.
- Johnson CH, Christensen JC. Biomechanics of the first ray: the effects on peroneus longus function. J Ft Ank Surg. 1998;38:313-21.
- Winter DA, Yack HJ. EMG profiles during normal human walking: stride-to-stride and inter-subject variability. Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1987;67(5):402-11.
- Bohne WH, Lee KT, Peterson MG. Action of the peroneus longus tendon on the first metatarsal against metatarsus primus varus force. Foot Ankle Int. 1997;18(8):510-2.
- Sharkey NA, Ferris L, Smith TS, Matthews DK. Strain and loading of the second metatarsal during heel-lift. J Bone Joint Surg Am. 1995;77(7):1050-7.
- Stokes IA, Hutton WC, Stott JR. Forces acting on the metatarsals during normal walking. J Anat. 1979;129(Pt 3):579-90.
- Morton DJ. Hypermobility of the first metatarsal bone: the interlinking factor between metatarsalgia and longitudinal arch strains J Bone J Surg 1928;10:187-97.

Yaşlılarda Az Görme ve Rehabilitasyonu

Ar. Gör. Arzu DEMİRCİOĞLU, Doç. Dr. Songül ATASAVUN UYSAL
Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
E mail: arzu.demircioglu@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Dünyada yaşlanan nüfusun artmasıyla görme bozukluğu prevalansı da artmaktadır. Yaşlanmayla birlikte gözün yapısını etkileyerek az görmeye neden olabilecek birçok anatomik ve nörolojik faktör bulunmaktadır. Bu değişikliklere ek olarak, yaşlı bireylerde kuru göz, katarakt, glokom, yaşa bağlı maküla dejenerasyonu, diyabetik retinopati gibi göz hastalıkları da ortaya çıkmaktadır. Az görme; göz-lük, kontakt lens veya cerrahi müdahale ile düzeltilemeyen ve günlük yaşam aktivitelerini yapmada güçlüğüne neden olan kalıcı görme kaybı olarak tanımlanmaktadır. Az gören yaşlı bireylerde göz doktoru tarafından görme keskinliği, kontrast hassasiyeti, görme alanı ayrıca renk ayrımı gibi görme ile ilgili değerlendirilmelerin yapılması büyük önem taşır. Bu değerlendirmelerin yanı sıra bireyin kullandığı elektronik, optik veya optik olmayan yardımcı cihazların, görsel-motor becerilerin, görme ile ilgili yaşam kalitesinin, günlük yaşam aktivitelerinin, denge ve koordinasyonun, psikososyal durumun, toplumsal katılım ve sosyal ilişkiler ile çevresel faktörlerin de bir fizyoterapist tarafından mutlaka değerlendirilmesi gerekir. Az gören yaşlı bireyler için değerlendirmeyi takiben uygun yardımcı cihazların belirlenmesi ve çevresel düzenleme yapılması rehabilitasyon programı açısından önemlidir.

Anahtar kelimeler: az görme, rehabilitasyon, yaşlı

ABSTRACT

The prevalence of visual impairment increases with increasing in the aging population in the world. There are many anatomic and neurological factors that can cause visual impairment by affecting the structure of the eye with aging. In addition to these changes, eye diseases such as dry eye, cataract, glaucoma, age-related macular degeneration, diabetic retinopathy also occur in elderly individuals. Low vision is permanent visual impairment that can not be corrected by glasses, contact lenses or surgical intervention and cause difficulty in performing daily living activities. It is very important that evaluate such as visual acuity, contrast sensitivity, visual field and color discrimination by eye doctor. In addition to these evaluations, it is important to note that the physiotherapist must also be aware of the importance of use of electronic, optical, or non-optical auxiliary devices, visual and motor skills, quality of life related to vision, daily living activities, balance and coordination, psychosocial status, community integration, social relations and environmental factors of the individual. Identification of appropriate assistive devices and evaluation of environment for elderly individuals with low vision are important for the rehabilitation program.

Key words: low vision, rehabilitation, elderly

1. GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) 2010 yılında dünya genelinde 285 milyon kişide görme bozukluğu, 39 milyon kişinin ise kör olduğunu, bunun % 82'sinden fazlasının da 50 yaş ve üzerindeki bireylerin oluşturduğunu raporlamıştır (1). Az gören yaşlı nüfusunun artmasıyla yaşlı bireylerin rehabilitasyonu da gün geçtikçe önem kazanmaktadır. Bu yazıda yaşlanmayla beraber göz ve görmede meydana gelen değişiklikler, en sık karşılaşılan göz hastalıkları, yaşlılarda az görme ve rehabilitasyonu, az görmenin fizyoterapi ve rehabilitasyondaki önemi üzerinde durulacaktır.

2. GÖZ ANATOMİSİ

Farklı boyutlarda ve renklerde pek çok algılamayı bir arada gerçekleştiren göz, orbita adı verilen göz çukurunun ön yarısında yağ ve bağ dokusu ile çevrili fasya üzerinde yerleşmiştir. Açıkta kalan ön kısmı orbita kemik kenarları ve göz kapakları tarafından korunur. Dört rektus ve iki oblik kas ile orbita tepesine tutunmuştur (2).

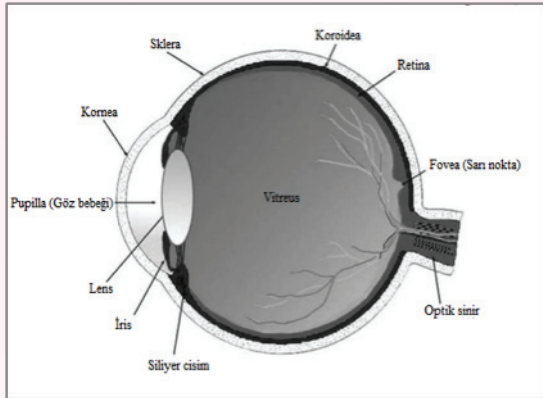
Göz küresinin hareketlerini ayarlayan göz kasları, parasempatik ve sempatik sinir sistemi ile uyarılan pupiller ve silyer kasları, gözyaşı sistemi, aköz hümor salınımı, dolaşımı ve emilimi ile zengin bir damarlanma ağı mevcuttur. Göz, görmeyi en iyi şekilde sağlamak üzere ışığı çeşitli

kırma güçleriyle kırarak aynı zamanda pek çok farklı sistemi de kullanarak ışığı mükemmel bir şekilde retinada odaklar. Bu ışık da fotokimyasal reaksiyonla elektrik enerjisine çevrilir ve optik sinir yolu ile beyne iletilir. Beyin ise her iki gözden gelen bu bilgileri birleştirerek böylece tek bir görüntüyü elde eder (3).

Göz küresi ön ve arka oda ile vitreusun içinde yer aldığı üç boşluk içerir. Arka oda en küçük boşluk olup lens zonülleri ile iris arka yüzeyi arasında yer alır. Ön oda ise, iris ön yüzeyi ile kornea arka yüzeyi arasında bulunur ve pupilla aracılığı ile arka odaya bağlanır (2).

Göz, içini retinanın döşediği fibrovasküler bir küre olup, içinde hümor aköz, lens ve vitreus bulunur (2).

Göz dış yüzeyinin 1/6' sı önde şeffaf korneadan geri kalan kısmı da sert, fibröz ve opak skleradan oluşur. Retina ve sklera arasında gözün damardan zengin orta katı olan uvea yer alır (2). Gözün anatomik yapısı Şekil 1' de gösterilmiştir (4).



Şekil 1. Gözün anatomik yapısı (4)

2.1. Kornea

Şeffaf, avasküler ve saat camı şeklinde bir doku olup korneoskleral sulkusta sklera ile birleşir. Gözün kırma gücü en fazla olan yapısıdır. Korneada herhangi bir damarsal yapı bulunmaz. Korneada daha fazla olmak üzere ağrı ve soğuğa duyarlı reseptörler, daha az olmak üzere de ısı ve dokunma duyusu reseptörleri vardır (2).

2.2. Sklera

Gözün fibröz ve koruyucu dış katıdır. Önde kornea, arkada optik sinir etrafında dura kılıfları ile devamlılık gösterir. Korneanın aksine, sklerayı

oluşturan lifler geniş ve gelişigüzel sıralanmıştır ve nispeten daha hidrate bir konumdadır (su içeriği %65- 70 arasındadır) (2).

2.3. Uvea

Gözün orta ve damarsal katı olan uvea, iris, silyer cisim ve koroideadan oluşur.

İris ve pupilla: İris, lens ve silyer cisim ön kısmında yer alan ince bir diyafram olup, ön ve arka odaları birbirinden ayırır. Ortasındaki pupilla, refleks kontrol mekanizmaları ile göze giren ışık miktarını ayarlar.

Silyer cisim: Koroideanın ön ucundan, önde iris köküne kadar uzanan yapıdır. Yapısal olarak uveal ve epitelyal kısım şeklinde ikiye ayrılır.

Koroidea: Uveanın, retina ve sklera arasında uzanan arka bölümüdür. Yapısal olarak üç damar katından oluşmuştur. Retina pigment epiteli (RPE) ve duyuşal retina dış yarısının beslenmesini sağlar (2).

2.4. Retina

İçte duyuşal retina ve dışta pigment epiteli olmak üzere iki esas bölümden oluşan bir membrandır. Duyuşal retina, fotoreseptör hücreler ile bunların çeşitli bağlantılarını içerir. Koni ve basiller retinanın ışığa duyarlı hücreleridir. RPE ise tek katlı epitel hücreden oluşur. Kan retina bariyerinin oluşmasında, fotoreseptörlerin atıklarının ortamdaki uzaklaştırılmasında, ışığı absorbe etme gibi çok önemli fonksiyonlarda görevlidir (3).

3. YAŞLANMAYLA BERABER GÖZDE MEYDANA GELEN DEĞİŞİKLİKLER

3.1. Optik Değişiklikler

3.1.1. Kornea

Işık göze ilk olarak korneadan girer. Kornea, retina üzerine gelen ışığı odaklamak için gerekli olan gücün yaklaşık üçte ikisini oluşturan, gözün en önemli kırılma unsurudur (5). 50 yaşından sonra bireylerde korneanın kavislenmesi artma eğilimindedir (6). Yaşlılıkta meydana gelen bu değişim ile beraber astigmatizmanın meydana gelme olasılığı da artar (7). Astigmatizma, görmeyi önemli derecede azaltarak, bireylerin yaşam kalitesinde ve bağımsızlığında bozulmaya neden olur (8). Ayrıca yaşlanmayla beraber, intraoküler ışık saçılımında artış meydana geldiği bilinmektedir (9). İntraoküler ışık saçılımı arttıkça görme fonksiyonunu olumsuz etkilenmektedir (10).

3.1.2. İris ve Pupilla

Göze giren ışık miktarı renkli iris kasında pupillar aralık tarafından düzenlenir (5). Yaşlanmayla beraber pupilla çapında küçülme meydana gelmektedir. Örneğin loş ışıkta 20 yaşındaki genç bir bireyde pupillanın çapı ortalama 7-8 mm' ye düşerken 80 yaşında ki bir bireyde yaklaşık 4 mm' ye düşmesi beklenir (11). Bu da retinal görüntü kalitesinde bozulmaya neden olur (12). Yaşlanmayla beraber sıkça rastlanılan, göz kapağının elastikiyetini kaybetmesiyle, göz bebeğinin üzerine sarkması olarak tanımlanan ptozis, pupillanın büyüklüğünü etkileyerek (13) üst görme alanında azalmaya neden olur (14).

Yaşlanma süreci ile ilişkili pupiller miyozisle birlikte karanlığa adaptasyonda da azalma meydana gelir (15).

3.1.3. Lens

Lens, gözün odaklama gücünü düzenler. Bu süreç akomodasyon olarak adlandırılır. Genç bireylerde akomodasyonun maksimum amplitüdü 20 diyopterdir bu da gözün 5 cm'ye kadar olan cisimler üzerinde odaklanmasını sağlar. Ortalama bir birey 40'lı yaşlarının ortalarına kadar akomodasyon gücünün çoğunu kaybeder ancak kol uzunluğu mesafesinde bulunan cisimler üzerine odaklanabilir. Yaşlanmayla beraber meydana gelen akomodasyon yetersizliği presbiyopi olarak adlandırılır (16). Altıncı dekada kadar akomodasyon amplitüdü sıfıra düşer (17).

Yaşlanmayla beraber lensin şeffaflığında da azalma meydana gelir (18). Ayrıca yaşlanmayla beraber lenste meydana gelen bir diğer değişiklik ise metabolik atık birikimidir (19). Metabolik atık birikimi nörodejenerasyonla birlikte özellikle ekstrasellüler matrikste değişikliklere ve vasküler disfonksiyona neden olur. Bu da görme ile ilişkili hastalıklara sebep olan önemli patolojik faktörlerdendir (20).

3.1.4. Retinal Aydınlatma ve Kontrast

Pupilla çapının küçülmesi ve lens şeffaflığındaki azalmanın etkisi ile 20-60 yaş arasında retinal aydınlanmada 0,5 log birim azalma meydana gelir (18). Ayrıca yaşlanmayla beraber meydana gelen intraoküler ışık saçılımındaki artıştan dolayı retinal görüntünün kontrastlığında azalma meydana gelir (21).

3.2. Sensörinöral Değişiklikler

Yaşlanmayla beraber en fazla etkilenen ve görme fonksiyonunun en önemli nöral yapısı olan retina, gözün posterior hemisferinde yer alır. Re-

tina; maküla ve periferal retina olmak üzere iki önemli topografik alan içerir. Maküla koni hücreleri bakımından zengin iken, periferal retinada rod hücreleri baskındır. Koni hücreleri aydınlıkta ve renkli görmeden sorumluyken, rod hücreleri loş ışıkta ve siyah-beyaz görmeden sorumludur. Fotoreseptörler (yaklaşık 120 milyon rod, 5-8 milyon koni hücresi) RPE üzerine yerleşmişlerdir. Rod ve koni hücreleri tarafından üretilen sinir impulsları retinanın nöral tabakasını oluşturan bipolar, horizontal ve amikrin hücrelerden sonra talamusun lateral genikulat nükleusunda bulunan retinal ganglion hücrelerinin aksonlarına ulaşır. Görsel bilgi buradan da oksipital lobda bulunan primer vizüel kortekse iletilir (22).

3.2.1. Retinal Fotoreseptörler

Yaşlanmayla beraber rod hücrelerinin sayısında önemli derecede azalma olduğu gösterilmiştir (23). Koni hücre yoğunluğunun ise, yaşlanmayla beraber azaldığı ortaya çıkarılmasına rağmen (24) aynı yaş aralığında koni hücrelerinin sabit kaldığını gösteren çalışmalar da vardır (25).

3.2.2. Retina Ganglion Hücreleri

Retinanın makülasında yer alan retinal ganglion hücre sayısında yaşlanmayla ilişkili azalma olduğu gösterilmiştir (26). Bu bulgularla uyumlu olarak yaşlanmayla beraber optik sinir akson sayısında azalma (27) ve retina nöral tabakasında inceltme saptanmıştır (28).

3.2.3. Retina Tabakaları

İlerleyen yaşla birlikte RPE hücrelerinde lipofüsin birikir. Lipofüsin yaşlanmanın bilinen en önemli biyolojik belirteçlerinden birisidir ve ışıkla reaksiyona girmesi sonucu ortaya çıkan serbest radikaller hücre membranına zarar verebilir (22). Yaşlanmayla birlikte *Bruch* membran ve RPE arasında "drusen" denilen anormal metabolik atık birikimi meydana gelir. Bu madde retina lokal inflamasyonunu artırarak otoimmün yanıtla birlikte retinal hastalığa neden olur (29). Ayrıca yaşla *Bruch* membranda önemli derecede kolesterol birikimi meydana gelir ve bu da koryokapiller tabaka ve *Bruch* membran arasındaki metabolik atık ve besin değişimini etkileyebilir (30).

3.2.4. Primer Vizüel Korteks

Yaşlanmayla beraber primer vizüel kortekste önemli derecede hücre kaybı olduğu gösterilmesine rağmen (31) vizüel korteks ve retina arasında, çıkan görme yollarında hücre kaybı olduğuna dair herhangi bir histolojik kanıt gösteremeyen çalışma da bulunmaktadır (32).

4. YAŞLANMAYLA BERABER EN SIK KARŞILAŞILAN GÖRME BOZUKLUKLARI

4.1. Kuru Göz

Gözyaşının yapısındaki bozulma veya yetersizlik oküler yüzey üzerindeki basıncı artırarak kuru göz hastalığına neden olabilir (33).

Kuru göz hastalığı aköz yetmezliğe bağlı ve buharlaşmaya bağlı oluşan kuru göz olmak üzere iki ana gruba ayrılmıştır. İlki gözyaşı bezinden gözyaşı salgısının azalmasıyla meydana gelirken, diğeri meibomian bez disfonksiyonu sonucu ortaya çıkar (33).

Buharlaşmaya bağlı oluşan kuru göz hastalığı veya *meibomian* bez disfonksiyonu yaşlanmayla beraber güçlü pozitif ilişki göstermektedir (34). Tedavi edilmezse göz kuruluğu korneanın delinmesine, görme bozukluğu ve körlüğe neden olabilir (33).

4.2. Katarakt

Şeffaf, bikonveks yapıdaki lens; akomodasyonu sağlamak, ışığı retina üzerine odaklamak ve kendi netliğini korumakla görevlidir. Yaşlanmayla beraber lensin yapısında opasifikasyon meydana gelir. Bu da optik kaliteyi düşürerek katarakta yol açan en önemli faktörlerden birisidir (35).

Lensin opasifikasyonu kısmi veya total, sabit veya ilerleyici, yavaş veya hızlı olabilir (35). Lens yaşlandıkça, ağırlığı ve kalınlığı artarken akomodasyon yeteneği azalır. Kristalinlerin (lens proteinleri) kimyasal değişimleri sonucu meydana gelen yüksek molekül ağırlıklı protein kümelenmeleri zamanla lensin saydamlığında azalmaya neden olur. Yaşlanmayla beraber lensin çekirdek proteinlerinin kimyasal değişimi pigmentasyonu artırarak lenste sarı veya kahverengi renklenmeler meydana getirir (36).

Gelişen tıbbi teknolojiden dolayı insan ömrü uzadıkça senil katarakt prevalansı da artmaktadır. DSÖ' ye göre katarakt dünyada görme bozukluğu ve kaybına neden olan en önemli faktördür (1). Cerrahi yöntemlerle tedavi edilse bile, yaşlanmayla ilişkili katarakt dünyada körlüğün yaklaşık %51' inden sorumludur (37).

70 yaşında katarakt gelişme riski 50 yaşındaki riske göre 13 kat fazladır (38). Kadınlarda erkeklerle göre gelişme riski yüksektir. Ailesinde katarakt hikayesi olan ve diyabet kontrolünde zorlanan bireylerde risk daha fazladır. Kortikosteroidler, kanser ilaçları, fenotiazinler, diüretikler gibi bazı ilaçların da katarakt için risk faktörü olduğu göz-

terilmiştir (39). İyonizan radyasyon (38), sigara kullanımı (40), miyopi, sistemik hipertansiyon ve renal yetmezlik vb. ise katarakt için diğer risk faktörleri arasında sayılabilir (41). Beslenme şeklinin de kataraktın gelişiminde önemli olduğu, antioksidanların kataraktı önlediği gösterilmiştir (39).

4.3. Glokom

Glokom; oksidatif stres, iske mi, mitokondrial hasar ve protein değişiklikleri gibi çeşitli olaylar sonucu meydana gelen apoptoz ile retinal ganglion hücrelerinin ölümü ve ilerleyici optik atrofi ile karakterize nörodejeneratif bir hastalıktır (35).

Dünyada 70 milyon üzerinde glokomlu hasta olduğu tahmin edilirken glokom nedeniyle görmesini kaybeden 7 milyondan fazla insan vardır (42).

Glokom görülme sıklığı yaşlanmayla beraber artar. 80 yaşlarında glokom görülme oranı 40' ılı yaşlardakine göre 18 kat daha fazladır (43).

Glokomda en büyük risk faktörü göz içi basınç artışıdır. Göz içi basınç (GİB) artışıyla görme alanı kaybı doğru orantılıdır (44). Ortalama GİB 16±3 mmHg olmakla beraber artan basınç optik sinirin perfüzyonunu bozarak hasara neden olur (43).

Diyabetes Mellitus (DM) göreceli risk faktörleri arasında sayılabilir. Bununla beraber 60 yaş altında ve sistemik hipertansiyonu olan bireylerde glokom görülme oranı normalden daha azdır. Buna neden olarak bu hastalarda diastolik kan basıncının daha yüksek olup geceleri düşmemesi ve otoregülasyon mekanizmalarının optik siniri koruması gösterilebilir.

Hiperkolesterolemi ve hiperlipidemi de glokom için risk faktörüdür. Ancak sigara ve alkol kullanımı ile glokom arasında direkt ilişki gösterilememiştir.

Ayrıca miyopinin glokom riskini artırdığı kesin olarak kanıtlanamamasına rağmen hipermetropinin glokom için risk faktörü olduğu bilinmektedir (43).

4.4. Yaşa Bağlı Maküla Dejenerasyonu

Yaşa bağlı maküla dejenerasyonu (YBMD) dünyada körlüğe neden olan üçüncü nedendir (1). YBMD atrofik veya neovasküler olmayan (kuru) ve eksüdatif veya neovasküler (yaş) olmak üzere ikiye ayrılır. Maküler dejenerasyonun neovasküler olmayan tipi tüm vakaların yaklaşık %85-90' ını oluşturmaktadır (45). YBMD' nin neovasküler tipi daha az yaygın olmakla beraber bu tip YBMD' den kaynaklı ciddi görme kaybının %80'inin fazlasından sorumludur (46).

Artan yaş YBMD için en önemli risk faktörüdür (47). Sigara kullanımı ise YBMD ile ilgili değiştirilebilir risk faktörü olarak belirtilmektedir (48). Kafkas ırkının Afrikan-Amerikalı bireylere göre YBMD' ye daha yatkın olduğu gösterilmiştir (49). Tek yumurta ikizleri ve ailesel yatkınlık açısından YBMD' de kalıtsal özelliklerin önemli bir risk faktörü olabileceğini ortaya çıkarılmıştır (50). Obezite, hipertansiyon, kardiyovasküler hastalık hikayesi, yüksek plazma fibrinojen seviyesi ve düşük antioksidan ve lütein alımı YBMD ile orta derecede ilişkili risk faktörleri olarak gösterilmektedir (48,51). YBMD ile tutarsız veya düşük derecede ilişkili faktörler ise kadın cinsiyet, güneş ışığına maruziyet, renkli göz, diyabet, serebrovasküler hastalık hikayesi, serum total kolesterol ve trigliserit seviyesi olarak sayılabilir (48,52).

4.5. Diyabetik Retinopati

DM dünya çapında 350 milyondan fazla insanı etkileyen, prevalansı gittikçe artan bir sağlık sorunudur (53).

Diyabetik Retinopati (DR) retinadaki küçük kan damarlarını etkileyerek görme azlığına ve körlüğe neden olabilen önemli bir göz hastalığıdır (35).

DR, dünya çapında körlüğün 2,4 milyonundan sorumludur. Bu da dünya nüfusunun %4,8' inde DR olduğunu göstermektedir (35).

DR gelişimi ve ilerlemesi açısından en önemli risk faktörü diyabet süresidir. Diyabet süresi arttıkça, DR prevalansı ve şiddeti de artmaktadır (54). Ayrıca hiperglisemi de DR prevalansında artışa neden olur (55). Uzun süreli kan glikoz seviyesi HbA1c ile belirlenmektedir. Normal popülasyonda bu oran %4-6 arasında iken, diyabetik hastalarda daha yüksek olduğu bilinmektedir. Yine diyabetik nefropati ve sistemik hipertansi-

yonla retinopati arasında ilişki olduğu gösterilmiştir (56). Bunun yanında alkol ve sigara kullanımı, geçirilmiş katarakt cerrahisi ve genetik faktörler diyabetik retinopati gelişiminde önemli oldukları bilinen risk faktörleridir (54).

5. AZ GÖRME

Az görme gözlük, kontakt lens veya cerrahi müdahale ile düzeltilemeyen ve günlük yaşam aktivitelerini yapmada güçlüğü neden olan kalıcı görme kaybı olarak tanımlanmaktadır (58).

İlk olarak DSÖ' nün Hastalıkların Uluslararası Sınıflandırılması' nın 9. versiyonu olan ICD-9 (tüm dünya için) ve ICD-9-CM' de (Amerika Birleşik Devletleri için) normal görme ve körlük arasında kalan aralık, az görme olarak adlandırılmıştır (59). DSÖ' nün alt versiyonu olan ICD-10' da az görme; görme keskinliğinin 6/18' den az fakat 3/60' a eşit ya da daha fazla olması veya mümkün olan en iyi düzeltmeyle iyi gözde 20 dereceden az düzeltilmiş görme alanı kaybı olarak tanımlanmaktadır (60). 2003 yılında ICD-10' da az görme; orta az görme ve şiddetli az görme olmak üzere iki başlık altında incelenmiştir (61).

Orta Az Görme; Görme keskinliğinin 6/18' den az fakat 6/60' a eşit veya daha iyi olması olarak tanımlanmaktadır. Bu sınıflandırmada 20/60, 20/80, 20/100, 20/125, 20/160, 20/200 sınırları içinde yer almaktadır (61). Bu grupta yer alan bireyler 25 cm' den daha yakın mesafede okurlar ve okuma gözlüklerine prizma tabanlı yardımcıların yanı sıra büyüteçlerle de destek verilebilmektedir (59).

Şiddetli Az Görme; Görme keskinliğinin 6/60' dan az fakat 3/60' a eşit veya daha iyi olması olarak tanımlanmaktadır. Bu sınıflandırmada 20/250, 20/300 ve 20/400 sınırları içinde yer al-

Tablo 1. Yaşlanmayla ilişkili görme bozukluğu nedenleri (57)

Katarakt	Glokom	Yaşa Bağlı Maküla Dejenerasyonu	Diyabetik Retinopati
- Görme keskinliğinde azalma - Işığa hassasiyet - Renk ayrımında güçlük - Kontrast hassasiyetinde azalma - Görüntü netliğinde azalma - Miyopi - Derinlik ve uzaklık algısında azalmaya bağlı olarak mobilite kaybı	- Optik disk dejenerasyonu *Görme alanı kaybı - Okuma ve yazma güçlüğü - Mobilite yeteneğinde azalma - İnsanların aniden görme alanı içinde belirmesi	- Görme keskinliğinde azalma - Merkezi görme alanı kaybı - Okuma ve yüzleri tanıma güçlüğü (sosyal izolasyon) - Uzaklık ve derinlik algısında bozulma (mobilite kaybı) - Renk ve kontrast duyarlılığında azalma (günlük yaşam aktivitelerinde zorluk)	- Görme keskinliğinde azalma - Maküler ödem - Okuma gibi ayrıntıyı görmeyi gerektirecek görevlerde zorluk - Merkezi görme alanı kaybı - Görmede dalgalanmalar - Renk algısında bozulma

maktadır (61). Görme keskinliği 20/200' den az olan bireyler ortalama gazete yazısını ancak 10 cm mesafeden okuyabilmektedir. Bu mesafe prizma ile binoküleritenin korunamayacağı bir mesafedir. Sonuç olarak bu gruptaki bireyler okumak için iyi olan gözlerini kullanırlar ancak Kapalı Devre Televizyon Sistemi (KDTS) ile bu bireylere yardımcı olunabilmektedir (59).

5.1. Az Görme ve Yaşlanma

Görme bozukluğu yaşlanmayla beraber artar. 65 yaş üstü bireylerin %7,8' inde ciddi görme bozukluğu varken %12,8' inde unilateral veya bilateral körlük bulunmaktadır. 85 yaş üzerinde ciddi görme bozukluğu %25, unilateral veya bilateral körlük oranı ise %28,8 olarak bulunmuştur (62). 71-74 yaş arası bireylerde fonksiyonel görme bozukluğu 90 yaşa kadar %7' den %39' a yükselmektedir (63).

Ülkemizde yaşlı bireylerde engellilik, az görme ve körlüğün nedenlerini araştıran bir çalış-

mada, görme ile ilgili hastalığı olan 2806 birey değerlendirilmiştir. Bu çalışmada 65 yaş ve üzeri bireylerde körlüğün en yaygın nedenlerinin katarakt, YBMD ve glokom olduğu gösterilmiştir (64).

Yaşlanmayla ilişkili görme bozukluğunun en sık rastlanan sebepleri maküler dejenerasyon, diyabetik retinopati, glokom ve kataraktır. Görme bozukluğu yaşlı bireylerde artritler ve kalp hastalığından sonra günlük yaşam aktivitelerinde yardım almayı gerektirecek üçüncü sağlık sorunudur (65).

5.2. Yaşlılarda Az Görme Rehabilitasyonu

5.2.1. Değerlendirme

Göz doktoru tarafından yapılacak olan Snellen Kartları ile görme keskinliği, Pelli Robson Kartları ile kontrast hassasiyeti, Otomatik Bilgisayarlı Perimetre yardımı ile görme alanı ayrıca renk ayrımı gibi görme ile ilgili değerlendirilmelerin yapılması yaşlı bireylerde büyük önem taşır. Bu

Tablo 2. Az gören yaşlı bireyler için kullanılan yardımcı cihaz

Cihazın Tipi	Kullanım Alanı
El tipi büyüteçler	Fiyat etiketi ya da reçeteyi kontrol etme, imza atma gibi kısa süreli okuma ve yazmayı gerektiren aktiviteler
Gözlüğe monte edilebilen büyüteçler	Gazete okuma gibi uzun süreli okuma ve yazmayı gerektiren aktiviteler
El tipi monoküler veya binokülerler	Trafik işaretleri veya tabelalar, izlemeyi gerektiren aktiviteler
Gözlüğe monte edilebilen monoküler veya binoküler teleskop	Televizyon seyretme, izlemeyi gerektiren aktiviteler, araba kullanma
Kapalı devre televizyon sistemi	Okuma, yazma, bağımsız yapılan günlük yaşam aktiviteleri
Görme alanını genişletmek için kullanılan cihazlar - Ters teleskop - Görme alanını genişleten prizma - Hemianopik aynalar	Ambulasyon ya da çevredeki engellerin belirlenmesi ve korku-kaçınma reaksiyonlarında önemlidir. Normal veya normale yakın görme keskinliğinin sağlanmasında en iyi yöntemdir.
Optik olmayan cihazlar - Lambalar - Işık kontrol yardımcısı - Yazma yardımcısı - Odak mesafesi ve postür desteği - Büyük punto - Renk/kontrast yardımcısı	Amaca yönelik aydınlatma sağlar Güneş gözlüğü, şapka, siperlik, renkli filtreler göz kamaştırıcı ışığı kontrol edebilir. Keçeli kalemler, kalın çizgili kağıtlar, mektup yazma şablonları kullanıcının okunaklı yazması ve yazıyı çizginin dışına taşırmaması için yardımcı olur. Dikey okuma standı, ayak desteği, kol destekleri ve yüksek sırt desteği olan sandalye Servikal ve lumbal destek kullanıcıya daha uzun bir süre okuma ve yazma olanağı sağlar. Görmeyi kolaylaştırmak için büyük puntolu kitaplar ve gazeteler kullanılabileceği gibi güvenliği artırmak amacıyla zıt renkli bantlarla merdiven kenarlarını işaretleme vb. ile kişilerin görmeleri kolaylaştırılabilir.

değerlendirmelerin yanı sıra bireyin kullandığı optik, elektronik veya optik olmayan yardımcı cihazların, görsel-motor becerilerinin, görme ile ilgili yaşam kalitesinin, günlük yaşam aktivitelerinin, psikososyal durumunun, toplumsal katılım ve sosyal ilişkileri ile çevresel faktörlerin de bir rehabilitasyon uzmanı tarafından mutlaka değerlendirilmesi gerekir (57).

5.2.2. Rehabilitasyon

Az gören yaşlı bireylerin rehabilitasyonunda elektronik, optik veya optik olmayan yardımcı cihazlar önemli yer tutar. Ancak bu cihazların kullanımı sırasında baş dönmesi, mide bulantısı gibi yan etkilerine, cihazın kullanımı sırasında meydana gelebilecek el tremorlarına, uygun postüral destek, ergonomik ve aydınlatma koşullarının sağlanmasına özen gösterilmelidir (57).

Az görenlerin kullandığı yardımcı cihazlar büyütme ya da küçültme amacıyla kullanılan yardımcı cihazların yanı sıra optik olmayan yardımcı cihazları da içermektedir. Tablo 2' de az gören yaşlı bireylerin görmesini geliştirmeye yönelik cihazlar ve kullanım alanları özetlenmiştir (57).

Yaşlı bireyler görme bozukluğunun başlangıcından itibaren tanıdık oldukları çevreyi dahi yabancı ve tehlikeli olarak algırlar. Yaşlı bireylerin günlük yaşam aktivitelerindeki bağımsızlığını artırmak ve güvenlik koşullarını en iyi hale getirmek için çevre düzenlemesi büyük önem taşır. Çevre düzenlemesi ile ilgili temel yöntemler tablo 3' te verilmiştir (57).

6. SONUÇ

Az gören yaşlı bireyler için değerlendirmeyi takiben uygun yardımcı cihazların belirlenmesi ve çevresel düzenleme yapılması bireylerin günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlığını sürdürebilmeleri, toplumsal katılımlarını ve sosyal ilişkilerini devam ettirebilmeleri açısından büyük önem taşır. Önleyici, koruyucu ve tedavi edici rehabilitasyon programları ile desteklenerek tüm yaşlı bireylerin topluma ve yaşama katılımlarının desteklenmesi gereklidir.

Tablo 3. Çevre düzenleme yöntemleri (57)

Nesnelerin gerçek veya algılanan boyutlarını değiştirin	Aşırı görme kaybı için • Boyutu artırın (büyük punto) • Yakınlaştırın (sandalyeyi televizyona yaklaştırın) • Büyüteç kullanın Periferal görme alanı kaybı için • Görüntüyü küçültün • Uzaklaştırın • Ayna gibi görme alanını genişleten yardımcıları kullanın.
Aydınlatmayı iyileştirin	Parlamayı azaltmak ve genel ışık seviyesini artırmak için uygun aydınlatmayı kullanın; aydınlatma kontrolleri ve göreve özgü lambalar kullanın.
Nesne ve zemin arasında kontrastlığı artırın	Karmaşık şekilli zemin kullanmaktan kaçının, merdiven kenarlarına zıt renkli işaretlemeler yapın, mobilya ve duvar/zemin arasında zıt renkler kullanın, masa ve üzerindeki obje arasındaki kontrastlığı artırın.
Parlak açık renkler kullanın	Elektrik düğmelerini zıt renkli bantlarla işaretleyin, nesneleri ayırt edebilmek için parlak renkler kullanın.
Çevre düzenlemesinde kolay ulaşılabilirlik ve güvenlik şartlarına önem verin	Kapılar tamamen açık veya kapalı olmalı, sandalyeler kullanılmadığında masanın altında olmalı, mobilyalar duvara karşı yerleştirilmeli, kıyafetler renk ve fonksiyonuna göre yerleştirilmeli.
Görme gerektirmeyen alternatif stratejileri düşünün	İşitsel okuma materyalleri, güvenlik için uzun baston kullanımı, yemeklerde koku duyusu ile ilgili ipuçları kullanma

7. KAYNAKLAR

- 1 Pascolini, D., Mariotti, S.P. (2011) Global estimates of visual impairment: 2010. *British Journal of Ophthalmology*, 96(5), 614-618.
- 2 Aydın, P., Akova, Y.A. (2001) Temel Göz Hastalıkları (s.9-11). Ankara: Güneş Tıp Kitabevi.
- 3 Başmak, H. Gözün Anatomisi ve Fizyolojisine Giriş. Ekem N. (Ed.). Gözün Anatomisi ve Fizyolojisi (s. 11-17). İstanbul: Türkiye Optik ve Optometrik Meslekler Derneği
- 4 Kolb, H., Fernandez, E., Nelson, R. (1995) Visual Acuity. Webvision: the organization of the retina and visual system.
- 5 Geldard, F.A. (1972) The Human Senses. New York: Wiley.
- 6 Fledelius, H.C. (1988) Refraction and eye size in the elderly. A review based on literature, including own results. *Acta Ophthalmologica*, 66 (3), 241-248.
- 7 Morgan, M. (1993) Normal age related vision changes. Vision and Aging (2. bs., s. 178-199). Boston: Butterworth-Heinemann.
- 8 Wolffsohn, J.S., Bhogal, G., Shah, S. (2011) Effect of uncorrected astigmatism on vision. *Journal of Cataract & Refractive Surgery*, 37 (3), 454-460.
- 9 Artal, P., Berrio, E., Guirao, A., Piers, P. (2002) Contribution of the cornea and internal surfaces to the change of ocular aberrations with age. *Journal of the Optical Society of America A*, 19 (1), 137-143.
- 10 Berg, T. (1986). Importance of pathological intraocular light scatter for visual disability. *Documenta Ophthalmologica*, 61 (3), 327-333.
- 11 Loewenfeld, I.E. (1979) Pupillary changes related to age. *Topics in Neuro-ophthalmology*, 124-150.
- 12 Winn, B., Whitaker, D., Elliott, D.B., Phillips, N.J. (1994) Factors affecting light-adapted pupil size in normal human subjects. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 35 (3), 1132-1137.
- 13 Theodore, F. (1975) External eye problems in the elderly. *Geriatrics*, 30 (4), 69.
- 14 Cuttane, J.M., Durso, F., Miller, M., Evans, L.S. (1980) The relationship between soft tissue anomalies around the orbit and globe and astigmatic refractive errors: a preliminary report. *Journal of Pediatric Ophthalmology and Strabismus*, 17 (1), 29-36.
- 15 Domey, R.G., McFarland, R.A., Chadwick, E. (1960) Threshold and Rate of Dark Adaptation as Functions of Age and Time 1. *Human Factors*, 2 (3), 109-119.
- 16 Hofstetter, H.W. (1965) A Longitudinal Study Of Amplitude Changes In Presbyopia. *Optometry & Vision Science*, 42 (1), 3-8.
- 17 Donders, F.C., Moore, W.D. (1864) On the anomalies of accommodation and refraction of the eye: With a preliminary essay on physiological dioptrics (c. 22): New Sydenham Society.
- 18 Weale, R.A. (1963) The aging eye: Hoeber Medical Division, Harper & Row.
- 19 Satchi, K. (1973) Fluorescence in human lenses. *Experimental Eye Research*, 16, 167-172.
- 20 Brennan, L.A., Kantorow, M. (2009) Mitochondrial function and redox control in the aging eye: role of MsrA and other repair systems in cataract and macular degenerations. *Experimental Eye Research*, 88 (2), 195-203.
- 21 Berg, V.D. (1995) Analysis of intraocular straylight, especially in relation to age. *Optometry & Vision Science*, 72 (2), 52-59.
- 22 Bonnel, S., Mohand-Said, S., Sahel, J.A. (2003) The aging of the retina. *Experimental Gerontology*, 38 (8), 825-831.
- 23 Panda-Jonas, S., Jonas, J.B., Jakobczyk-Zmija, M. (1995) Retinal photoreceptor density decreases with age. *Ophthalmology*, 102 (12), 1853-1859.
- 24 Gartner, S., Henkind, P. (1981) Aging and degeneration of the human macula. 1. Outer nuclear layer and photoreceptors. *British Journal of Ophthalmology*, 65 (1), 23-28.
- 25 Curcio, C., Millican, C., Allen, K., Kalina, R. (1993) Aging of the human photoreceptor mosaic: evidence for selective vulnerability of rods in central retina. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 34 (12), 3278-3296.
- 26 Gao, H., Hollyfield, J. (1992) Aging of the human retina. Differential loss of neurons and retinal pigment epithelial cells. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 33 (1), 1-17.
- 27 Repka, M.X., Quigley, H.A. (1989) The effect of age on normal human optic nerve fiber number and diameter. *Ophthalmology*, 96 (1), 26-32.
- 28 Lovasik, J.V., Kergoat, M.J., Justino, L., Kergoat, H. (2003) Neuroretinal basis of visual impairment in the very elderly. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 241 (1), 48-55.
- 29 Anderson, D.H., Mullins, R.F., Hageman, G.S., Johnson, L.V. (2002) A role for local inflammation in the formation of drusen in the aging eye. *American Journal of Ophthalmology*, 134 (3), 411-431.
- 30 Curcio, C.A., Millican, C.L., Bailey, T., Kruth, H.S. (2001) Accumulation of cholesterol with age in human Bruch's membrane. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 42 (1), 265-274.
- 31 Haug, H., Kühl, S., Mecke, E., Sass, N., Wasner, K. (1983) The significance of morphometric procedures in the investigation of age changes in cytoarchitectonic structures of human brain. *Journal für Hirnforschung*, 25 (4), 353-374.
- 32 Spear, P.D. (1993) Neural bases of visual deficits during aging. *Vision Research*, 33 (18), 2589-2609.
- 33 Definition D.E.W.S. (2007) Classification. The definition and classification of dry eye disease: Report of the definition and classification Subcommittee of the international dry eye workshop. *The Ocular Surface*, 5 (2), 76.
- 34 Den, S., Shimizu, K., Ikeda, T., Tsubota, K., Shimmura, S., Shimazaki, J. (2006) Association between meibomian gland changes and aging, sex, or tear function. *Cornea*, 25 (6), 651-655.
- 35 Preedy, V.R. (2014). Handbook of Nutrition, Diet and the Eye: Academic Press.
- 36 Altınel, M., Akçakaya, A.A. (2013) Yaşlılık ve Göz. *Okmeydanı Tıp Dergisi*, 29 (Ek sayı 2), 110-115.
- 37 Sperduto, R.D., Seigel, D. (1980) Senile lens and senile macular changes in a population-based sample. *American Journal of Ophthalmology*, 90 (1), 86-91.
- 38 Ergin, A. (1999) Göziçi lens implantasyonu ile gerçekleştirilen senil katarakt cerrahisinde görsel sonuçlar. *Geriatrics*, 2 (2), 53-56.
- 39 Gök, K. (2006) Arka Kapsülöreksis Sonuçları, Komplikasyonları ve Postoperatif Maküler Ödem ve Kalınlığın Optik Koherans Tomografi (OCT) ile Değerlendirilmesi. Tıpta Uzmanlık Tezi. T.C. Sağlık Bakanlığı, Beyoğlu Göz Eğitim ve Araştırma Hastanesi, İstanbul.
- 40 Gieser, S.C., Schein, O.D. (1994) Cataract epidemiology and world blindness. *Current Opinion in Ophthalmology*, 5 (1), 5-8.
- 41 Limon, U., Gözümlü, N. (2013) Katarakta Eşlik Eden Retina Hastalığı Olan Olgularda Aynı Seansta ve Aynı

- Seanslarda Uygulanan Girişimlerin Karşılaştırılması. *Journal of Retina-Vitreous*, 21 (4), 287-291.
- 42 Tielsch, J.M., Sommer, A., Katz, J., Royall, R.M., Quigley, H.A., Javitt, J. (1991) Racial variations in the prevalence of primary open-angle glaucoma: the Baltimore Eye Survey. *Journal of the American Medical Association*, 266 (3), 369-374.
- 43 İzgi, B. (2012) Glokom. *Klinik Gelişim*, 25, 7-11.
- 44 Armaly, M.F., Krueger, D.E., Maunder, L., Becker, B., Hetherington, J., Kolker, A.E. ve diğerleri. (1980) Biostatistical analysis of the collaborative glaucoma study: I. Summary report of the risk factors for glaucomatous visual-field defects. *Archives of Ophthalmology*, 98 (12), 2163-2171.
- 45 Coleman, H.R., Chan, C.C., Ferris, F.L., Chew, E.Y. (2008) Age-related macular degeneration. *The Lancet*, 372 (9652), 1835-1845.
- 46 Ferris, F.L., Fine, S.L., Hyman, L. (1984) Age-related macular degeneration and blindness due to neovascular maculopathy. *Archives of Ophthalmology*, 102 (11), 1640-1642.
- 47 Klein, R., Cruickshanks, K.J., Nash, S.D., Krantz, E.M., Nieto, F.J., Huang, G.H. ve diğerleri. (2010) The prevalence of age-related macular degeneration and associated risk factors. *Archives of Ophthalmology*, 128 (6), 750-758.
- 48 Chakravarthy, U., Wong, T.Y., Fletcher, A., Piau, E., Evans, C., Zlateva, G. ve diğerleri. (2010) Clinical risk factors for age-related macular degeneration: a systematic review and meta-analysis. *BMC Ophthalmology*, 10 (1), 31.
- 49 Klein, R., Klein, B.E., Knudtson, M.D., Wong, T.Y., Cotch, M.F., Liu, K. ve diğerleri. (2006) Prevalence of age-related macular degeneration in 4 racial/ethnic groups in the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Ophthalmology*, 113 (3), 373-380.
- 50 Gottfredsdottir, M.S., Sverrisson, T., Musch, D.C., Stefánsson, E. (1999) Age related macular degeneration in monozygotic twins and their spouses in Iceland. *Acta Ophthalmologica Scandinavica*, 77 (4), 422-425.
- 51 Snellen, E., Verbeek, A., Van Den Hoogen, G., Cruysberg, J., Hoyng, C. (2002) Neovascular age-related macular degeneration and its relationship to antioxidant intake. *Acta Ophthalmologica*, 80 (4), 368-371.
- 52 Mitchell, P., Smith, W., Wang, J.J. (1998) Iris color, skin sun sensitivity, and age-related maculopathy: the Blue Mountains Eye Study. *Ophthalmology*, 105 (8), 1359-1363.
- 53 Lancet, T. (2008) The global challenge of diabetes. *The Lancet*, 371 (9626), 1723.
- 54 Klein, R., Moss, S.E., Klein, B.E., Davis, M.D., Demets, D.L. (1990) Wisconsin Epidemiologic Study of Diabetic Retinopathy: XII. Relationship of C-peptide and diabetic retinopathy. *Diabetes*, 39 (11), 1445-1450.
- 55 Kern, T.S., Tang, J., Mizutani, M., Kowluru, R.A., Nagaraj, R.H., Romeo, G. ve diğerleri. (2000) Response of capillary cell death to aminoguanidine predicts the development of retinopathy: comparison of diabetes and galactosemia. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 41 (12), 3972-3978.
- 56 Stitt, A.W. (2003) The role of advanced glycation in the pathogenesis of diabetic retinopathy. *Experimental and Molecular Pathology*, 75 (1), 95-108.
- 57 Watson, G.R. (2001) Low vision in the geriatric population: rehabilitation and management. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49 (3), 317-330.
- 58 Mehr, E.B., Fried, A.N. (1975) Low vision care. *American Journal of Optometry and Physiological Optics*, 52(11), 781.
- 59 Colenbrander, A., Fletcher, D.C. (1995) Basic concepts and terms for low vision rehabilitation. *American Journal of Occupational Therapy*, 49 (9), 865-869.
- 60 Resnikoff, S., Pascolini, D., Etya'ale, D., Kocur, I., Parajasegaram, R., Pokharel, G.P. ve diğerleri. (2004) Global data on visual impairment in the year 2002. *Bulletin of the World Health Organization*, 82 (11), 844-851.
- 61 Resnikoff, S., Pascolini, D., Mariotti, S.P., Pokharel, G.P. (2008) Global magnitude of visual impairment caused by uncorrected refractive errors in 2004. *Bulletin of the World Health Organization*, 86 (1), 63-70.
- 62 Nelson, K. (1987) Visual Impairment among Elderly Americans: Statistics in Transition. *Journal of Visual Impairment and Blindness*, 81 (7), 331-334.
- 63 Salive, M.E., Guralnik, J., Christen, W., Glynn, R.J., Colsher, P., Ostfeld, A.M. (1992) Functional blindness and visual impairment in older adults from three communities. *Ophthalmology*, 99 (12), 1840-1847.
- 64 Olcaysü, O.O., Kıvanç, S., Altun, A., Cinici, E., Altunkaynak, H., Ceylen, E. (2014) Causes of disability, low vision and blindness in old age. *Turkish Journal of Geriatrics*, 17 (1), 44-49.
- 65 LaPlante, M.P. (1988) Prevalence of conditions causing need for assistance in activities of daily living. In: LaPlante MP, ed. *Data on Disability From the National Health Interview Survey, 1983-1985*. Washington, DC: National Institute on Disability and Rehabilitation Research.

Yaşlılarda Vestibüler Rehabilitasyon

Uzm. Fzt. Ülkü Kezban ŞAHİN, Prof. Dr. Nuray KIRDI
Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
E-mail: ulkuertan@hacettepe.edu.tr , nuraykirdi@gmail.com

ÖZET

Denge bozukluklarına neden olan baş dönmesi, yaşlı insanlarda önemli bir problemdir. Periferik vestibüler disfonksiyon, yaşlılarda baş dönmesinin en iyi bilinen nedenlerindendir. Semisirküler kanallar, sakkül, utrikül, proprioseptif sistem fonksiyonları ve vestibüler tüy hücrelerinin ve nöronların sayısı yaşlanma ile birlikte azalır. Ayrıca, postural stabilitesi bozulan yaşlı insanlarda düşme riski yüksektir. Baş dönmesi ve dengesizliğin tedavisinde vestibüler rehabilitasyon etkilidir. Hastanın değerlendirme sonuçlarına göre; görme alanı stabilizasyon egzersizleri, baş egzersizleri, okülomotor egzersizler, statik ve dinamik denge egzersizleri ve kuvvetlendirme egzersizleri uygulanmaktadır. Vestibüler egzersizler postural stabilite ve dengeyi geliştirdiği için yaşlı bireylerde düşme riskini önler.

Anahtar kelimeler: Yaşlı, vestibüler rehabilitasyon, postüral kontrol

ABSTRACT

Dizziness which results balance disorders is an important problem in older people. Peripheral vestibular dysfunction is one of the well known causes of dizziness in elderly. Semicircular canals, sacculus, utricle, proprioceptive system functions and the number of vestibular hair cells and neurons decrease with aging. Also, older people whose postural stability deteriorates have a significantly higher risk of falling. Vestibular rehabilitation is effective for management of dizziness and imbalance. According to the evaluation results of the patient; Visual field stabilization exercises, head motion exercises, oculomotor exercises, static and dynamic balance exercises, and strengthening exercises are practiced. Vestibular exercises improve postural stability and balance so these exercises prevent to the risk of falling in the elderly.

Key words: Elderly, vestibular rehabilitation, postural control

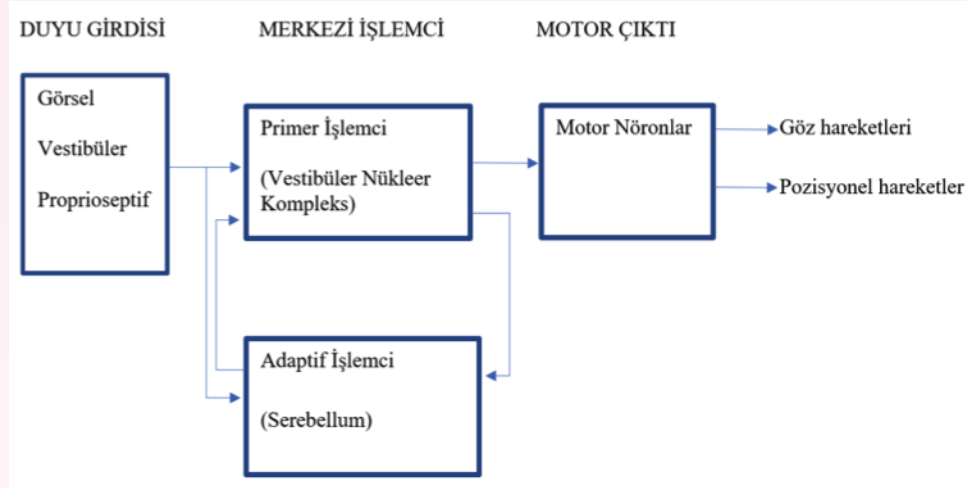
1. GİRİŞ

Vestibüler sistem; periferik duyu organlar, merkezi işlemci ve motor çıktı mekanizmalarından oluşmaktadır. Periferik organlar baş açısal hızı ve doğrusal ivmelenmesi hakkında sinir sistemine özellikle de vestibüler nükleus kompleksine ve serebelluma bilgi gönderen bir dizi hareket sensöründen oluşur. Santral sinir sistemi baş ve vücut oryantasyonunu tahmin etmek için bu sinyalleri işler ve diğer duyu bilgileriyle birleştirir. Santral vestibüler sistemin çıkışı; vestibülo-oküler refleks (VOR), vestibülokolik refleks (VCR) ve vestibülospinal refleks (VSR) gibi üç önemli refleks açığa çıkarmak için göz kasları ve omuriliğe gider. VOR'ı, kafa hareket halindeyken net görüş sağlayan, göz hareketleri oluşturur. VCR, başı stabilize etmek için boyun kaslarını çalıştırır. VSR, baş ve postürel stabiliteyi korumak ve böylece düşmeleri önlemek için kompanse edici

vücut hareketleri üretir. VOR, VCR ve VSR' nin performansı merkezi sinir sistemi tarafından izlenir, gerektiğinde serebellum tarafından yeniden düzenlenir ve daha yavaş fakat daha yetenekli daha yüksek kortikal işlemlerle desteklenir (1).

2. YAŞLANMA İLE MEYDANA GELEN VESTİBÜLER SİSTEM DEĞİŞİKLİKLERİ

Benign paroksizmal pozisyonel vertigo (BPPV), Meniere sendromu, vestibüler nörit, labirintit, vestibüler schwannoma, perilenfatik fistül periferik vestibüler sistem ile ilişkili iken vestibüler migren, vertebrobaziller iskemi ve vertebrobaziller yetmezlik santral vestibüler sistem ile ilişkili hastalıklardır. Genel olarak vestibüler sistem semptomları baş dönmesi veya sersemliktir (2). Baş dönmesi veya denge kaybı periferik ve santral olarak sağlanan denge koruma mekanizmasının normal işleyişine engel olan durumla



Şekil 1: Vestibüler sistemin organizasyonu (1)

karşılaşıldığında ortaya çıkar (3). Vestibüler disfonksiyonu olan bireylerde vertigo veya diğer baş dönmesi şikayetleri postürel instabilite, postürel salınımında artış, yürüyüş bozuklukları, düşme ve fonksiyonel kapasitede azalma olarak ifade edilmektedir (4,5).

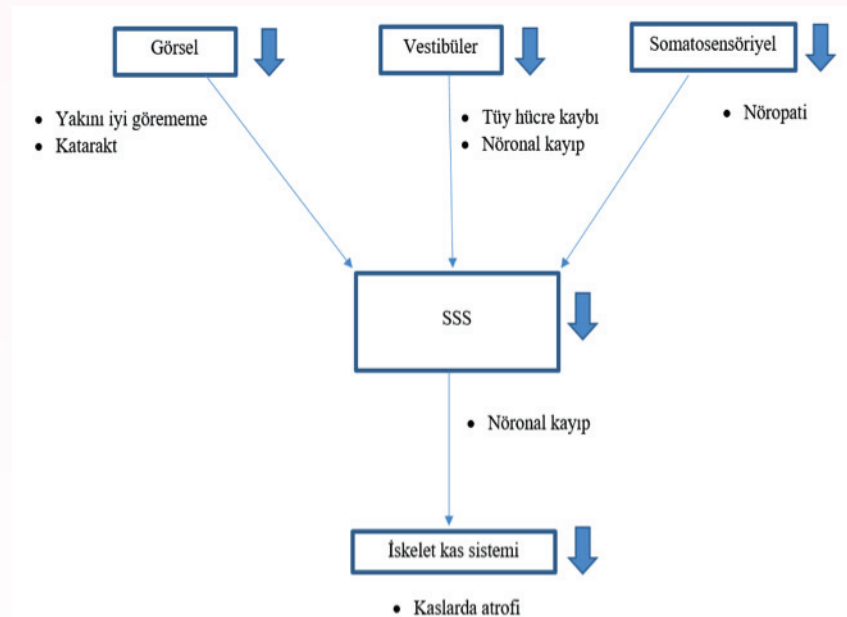
Baş dönmesi; özellikle yaşlı bireylerde yaygın olup, 75 yaş ve üzeri hastaların %80' inde en sık görülen belirtidir (6). Yaşlanmaya ve / veya patolojik durumlara özgü değişikliklerden kaynaklanan çok etkenli bir geriatrik sendrom olarak düşünülmektedir. Depresyon, yorgunluk, tekrarlı düşmeler, kırıklar gibi düşme ile ilişkili yaralanmalar da yaşlılarda baş dönmesi ilişkili faktörlerdendir. Bu nedenle baş dönmesi yaşlı bireylerde önemli bir sağlık sorunudur (7,8).

Ayakta duruş ve yürüme sırasında postürel kontrol ve bakış stabilitesinin sürdürülmesi;

merkezi sinir sistemindeki vestibüler, görsel ve somatosensöriyel girdilerin hızla işlenmesi ve kas iskelet sistemi ve görsel sistemler tarafından oluşturulan çıktılar ile gerçekleşir. Bu sistemdeki her faktör yaşlanma ile kötüleşir (9). Var olan vestibüler bozukluklar, yaşlı bireylerde denge problemlerine neden olabilir. Yaşlanma ile vestibüler sistemin adaptasyon yeteneği azalır (10).

50'li yaşlardayken, vestibular reseptörlerin dejenerasyonunda bir artış meydana gelir; 60'lı yaşlarda vestibüler sinir lifleri arasında sürtünme artışı ve vestibüler sinirde elektriksel uyarıların iletim hızında bir azalma meydana gelir (11).

Semisirküler kanallardaki reseptörlerden gelen girdi kompensatuar okülomotor cevaplar (vestibülo-oküler refleks [VOR]) ve kompensatuar postürel cevaplar (vestibülospinal refleks [VSR]) üretir. Normal koşullarda, VOR kazancı



Şekil 2: Postürel stabilitenin sağlanmasında yaşa bağlı değişiklikler (9)

(göz hızı ÷ baş hızı) 1'e eşittir. Yaşlanma ile tüy hücrelerinde ve vestibüler nöronların sayısında azalma görülür. Fonksiyonel olarak, VOR kazanımı düşer ve baş hareketine yanıt olarak görsel kompensasyonda azalma meydana gelir. Görsel VOR kazanımı yaşla birlikte azalırsa, özellikle daha yüksek hızlarda, retina kayması meydana gelir ve bundan dolayı baş hareketi sırasında görme keskinliği azalır (12-14).

3. VESTİBÜLER SİSTEM DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1. Hikaye

Baş dönmesi olan hastaya; şikayetlerinin ne kadar sürdüğü, ilaç alıp almadığı gibi sorular yönlendirilir. Denge ile ilgili ilk semptom nedir? Hikâye, doğru tanı için fizik muayene ve vestibüler testler kadar önemlidir. Hastanın son zamanlarda geçirdiği hastalıklar, kullandığı ototoksik ilaçlar, kötü alışkanlıkları ve baş dönmesine eşlik eden diğer belirtileri değerlendirilmelidir (15,16).

3.2. Klinik Değerlendirme

- Kulak zarının görünümü değerlendirilir, perforasyon ve akıntı olup olmadığı araştırılır Servikal spondiloz ve buna bağlı olabilecek vertebroziler yetmezlik muayene ile değerlendirilir (15).
- Saf ses ve konuşma odyometrisi, impedansmetrik testler, beyin sapı odyometrisi yapılarak bir periferik vestibüler lezyonun teşhis edilmesi, yeri, seyri ve tedavisi hakkında fikir verir (1).
- Pozisyon testleri (Dix ve Hallpike Manevraları), Pozisyonel vertigodan yakınan hastanın baş ve vücudunu belli pozisyonlara getirerek vestibüler sistemini uyarmaya ve oluşan nistagmusun parametrelerini belirlemek amacıyla uygulanmaktadır (15).
- Kalorik testler, dış kulak yolunu değişik ısılarda su ya da hava ile irrite ederek labirenti uyarmaya ve oluşan nistagmusu değerlendirmek amacıyla kullanılır (15).
- Yaşlılarda dengenin değerlendirilmesi için klinik, laboratuvar ve fonksiyonel yaklaşım olmak üzere üç yaklaşım vardır (17,18).

Klinik yaklaşımda kullanılan ölçümler *tandem duruşu*, tek ayak üzerinde durma gibi statik denge testleridir. Bu postürlerin sürdürülmesindeki görsel etkiyi değerlendirebilmek için gözler açık ve gözler kapalı uygulanabilir.

Laboratuvar yaklaşımında, çeşitli alet ve kuv-

vet platformları kullanılarak dinamik postürel salınımların ölçüldüğü denge testleri yapılır. Laboratuvar denge değerlendirmeleri sıklıkla statik ve dinamik denge testlerini birleştirir. Zaman ölçümüne ek olarak daha sayısal veriler sağlanır.

Fonksiyonel yaklaşım ise kişinin günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirirken mobilite, stabilite ve düşmeye eğilimini değerlendirmek için kullanılır. Birincil olarak düşme riski olan yaşlılar ve bu yaşlıların hangi durumlarda dengelelerini kaybetmeye daha yatkın olduğu belirlenir. Bu amaçla kullanılan testler Zamanlı Kalk Yürü Testi, Berg Denge Ölçeği, Fonksiyonel Uzanma Testi, Aktiviteye Spesifik Denge-Güvenilirlik Ölçeği'dir.

3.2.1. Zamanlı Kalk ve Yürü Testi:

Denge fonksiyonunu değerlendirmede kolay uygulanabilen, güvenilir testler olarak öngörülmektedirler. Hastadan sandalyenin kollarına tutunmaksızın oturduğu yerden kalkması, 3 m. yürüdükten sonra bir yere dokunmaksızın geri dönmesi sandalyeye doğru yürüyerek tekrar oturur pozisyona geçmesi istenir ve bu sırada gözlemci tarafından değerlendirilir (19).

3.2.2. Berg Denge Ölçeği:

Fonksiyonel kaybı olan yaşlılarda dengeyi değerlendirmek için geliştirilmiştir. Test yaşlı kişilerdeki düşmenin öngörülmesini sağlar. Ölçek 14 genel aktiviteyi içerir. Ölçekte aktivitelerin tamamlanma süresi belirlenerek puanlama yapılır. Ayrıca testte 5'li derecelendirme ölçeği kullanılır, "0" yapamadı veya "4" bağımsız gibi. On dört maddeden elde edilen puanlar toplanır. Toplam puan "0-56" aralığında olabilir. Yüksek puan iyi performansa işaret eder. Her fonksiyonel parametre tek tek bireye gösterilerek anlatılmıştır. Bireyden tüm parametreleri yapmaları istenmiş, bireyin her parametreden aldığı puan işaretlenmiştir. Tüm parametrelerden alınan puanlar toplanarak toplam puan hesaplanmıştır (20,21).

3.2.3. Fonksiyonel Uzanma Testi.

Birçok günlük aktivitenin içinde yer alan ve denge üzerinde sürekli stres oluşturan bir fonksiyonun değerlendirilmesi esasına dayanır (22).

3.2.4. Aktiviteye Spesifik Denge – Güvenilirlik Ölçeği:

Hastaların ev içinde ve ev dışında belirtilen 16 aktiviteyi ne kadar güvenle yapabildiklerini 0 (güvensiz) ile 100 (tamamen güvenle) arasında

değerlendirmeleri esasına dayanan bir ankettir. Toplam puan (0-1600) 16'ya bölünerek bireyin ABC puanı elde edilir. ABC ölçeğinde 60'ın altındaki puanlar klinik olarak baş dönmesinin günlük yaşam aktiviteleri üzerindeki olumsuz etkisi açısından anlamlı bulunmuştur ve yaşlılarda yüksek fonksiyonel durumda olan bireyler ile düşük fonksiyonel durumdaki bireyleri ayırmak için kullanışlı bir araç olduğu bildirilmiştir (23).

4. VESTİBÜLER REHABİLİTASYON

Vestibüler rehabilitasyon baş dönmesi ve denge bozukluğu gibi semptomlara yönelik uygulanan egzersiz yöntemidir (24). 1944 yılında Cawthorne tarafından baş egzersizlerinin fizyolojik temellerinin açıklanmasından sonra, 1946'da Cawthorne ve Cooksey vestibüler egzersiz yaklaşımını ortaya atılmıştır (25).

Vestibüler rehabilitasyonun amaçları;

- Semptomların şiddetini azaltmak
- Postür, yürüme stabilitesini ve dengeyi artırmak
- Mobilitiyi artırmak
- Değişen vestibüler fonksiyona karşı adaptasyonu sağlamak
- Yürüme ve günlük yaşam aktivitelerinde (GYA) bağımsızlık kazandırmak
- Nöromusküler kondüsyonu artırmak
- Hastanın sosyal izolasyonunu azaltıp toplumsal katılımını sağlamak (26)

Vestibüler rehabilitasyon uygulamaları 3 aşamalı olarak uygulanabilmektedir:

4.1. Alıştırma (Habitüasyon) Egzersizleri

Hareketin oluşturduğu; boşlukta olma hissi, sersemlik, sallanma gibi semptomları azaltmak için yapılmaktadır. Egzersizler; fonksiyonel uyaran ve tekrar eden hareketlere olan istemsiz cevabın, fizyolojik olarak yorulmasını sağlar (27,28). Bu egzersizler baş hareketleri, baş ile gözlerin koordinasyonunu gerektiren hareketler, tüm gövde hareketleri ve denge hareketlerini içerir (25).

4.2. Bakış Stabilitesini Artırıcı Egzersizler

4.2.1. Adaptasyon Egzersizleri;

vestibülo-oküler refleksi (VOR) uyaran göz-baş koordinasyon egzersizleridir. Baş hareketleri sırasında görsel fiksasyonu gerektiren bu egzersizlerle, retinada oluşan görsel görüntü retinal

kaymaya uğramaktadır. Santral Sinir Sistemi (SSS), retinadaki kaymayı hatalı algılamakta ve VOR kazancını artırarak hatayı azaltmaya çalışmaktadır (29).

Adaptasyon egzersizleri, Herdman (29) tarafından tanımlanan bakış stabilitesini artırmaya yönelik VOR X1 ve VOR X2 egzersizlerinden oluşur. Adaptasyonun sağlanması için adaptasyon egzersizlerinin tipi, süresi, bulunduğu zemin, hastanın pozisyonu, hızı, hasta ile obje arasındaki mesafe zamanla değiştirilmelidir.

VOR X1 egzersizi: Bu egzersizde hasta sabit bir objeye bakarken başını sağa-sola ve yukarı-aşağı çevirir.

VOR X2 egzersizi: Bu egzersizde obje baş rotasyonun tersi yönünde hareket ederken hasta gözleri ile objeyi takip eder. Bu egzersiz de horizontal ve vertikal yönde uygulanır (29).

4.2.2. Okülomotor egzersizler:

Hastaya kol uzunluğu hizasında bir kart tutturulur. Baş sabitken göz hareketleriyle kart takip ettirilir. Giderek hızlanması söylenir. Aynı hareketler oturup kalkarken de yapılabilir. Hasta kolunu düz bir şekilde ve işaret parmağı göz hizasında olacak şekilde uzatır, gözler işaret parmağına doğru odaklanır, işaret parmağı gözlerle 30 cm kadar yaklaşacak şekilde yaklaştırılıp uzaklaştırılır. Yine kol düz bir şekilde uzatılıp, göz hizasındaki işaret parmağının ucuna bakarken kol sağa ve sola açılır (16).

4.3. Yerine Koyma (Substitution) Egzersizleri:

Görsel ve somatosensöriyel girdiler azaltılarak hastaya vestibüler girdilere yönelik egzersizler ile postüral stabilize sağlanmaya çalışılır. Örneğin hastanın gözler kapalı sünger üzerinde durması ile vestibüler sistem girdileri artırılarak vestibüler sistem uyarılır.

4.4. Denge Egzersizleri:

İki ayak bitişik durma, tandem pozisyonunda durma, tek ayak üstünde durma, parmak uçları üzerinde durma, topuklar üzerinde durma, saat yönünde ve aksi yönde kendi eksenini etrafında dönme, gözler önce açık ve kapalı olarak oturduğu yerden ayağa kalkıp yeniden oturma, uzanıp duvara değme gibi denge egzersizleri yapılabilir. Postüral stabilizasyon egzersizleri ve postürografi eğitimi de denge egzersizleri içerisinde (30).

Postüral stabilizasyon egzersizleri: Somatosensöriyel ve vizüel bilgiler çıkartılarak diğer vestibüler bilgilerin postüral kontrolü zorunlu kulla-

nımı sağlanmaktadır. Daha çok aktif hareketleri içerir. Gözlerin kapalı olması ile vizüel bilgilerin değişimi, pürüzlü veya yumuşak zeminlerin kullanımı ile somatosensoryel bilgilerin değişimi sağlanır. Gözlerin açık ve kapalı olması vestibüler bilgileri değiştirebilir. Düz bir çizgi üzerinde, topuklar üzerinde, parmak uçları üzerinde yürüme, merdiven basamakları çıkıp inme egzersizleri de yapılabilir. Önce otururken sonra ayakta küçük bir lastik topu, göz hizasının üzerinde olmak üzere bir elinden diğerine atma, ayakta dururken bir eliyle topu zıplatma, topu zıplatarak düz bir çizgi üzerinde yürüme, topu zıplatarak kendi eksenini etrafında dönme, geniş "0" ve "8" rakamları çizerek şekilde topu zıplatarak yürüme egzersizleri ile postüral stabilizasyon artırılabilir (31,32).

Postürografi ile eğitim: Bilgisayar ekranına bağlı hareket eden bir platformdan oluşur. Hastaya ekrandaki bir kutuda ağırlık merkezini sabit tutması veya ekrandaki bir hedefi platform üzerindeki ağırlığını hareket ettirerek yakalaması istenir (33).

4.5. Cawthorne- Cooksey Egzersizleri

A-Otururken Baş ve Göz Hareketleri

- 1- Başınızı sabit tutarken, yukarı ve sonra yine aşağı bakın.
- 2- Başınızı sabit tutarken, bir yandan diğer yana bakın.
- 3- Kol uzunluğunda elinizi uzatın, gözlerinizle parmaklarınıza odaklanırken parmaklarınızı burnunuza doğru çekin.
- 4- Gözler açıkken başınızı bir taraftan diğer tarafa yavaşça çevirin.
- 5- Başınızı bir yandan diğer yana hızlıca çevirin.
- 6- Gözler açıkken başınızı yavaşça yukarı ve aşağı hareket ettirin.
- 7- Başınızı hızla yukarı ve aşağı hareket ettirin.
- 8- Gözleriniz kapalıyken 4.,5.,6. ve 7. maddeleri tekrar edin.

B- Otururken Baş ve Vücut Hareketleri

- 1- Bir nesneyi, zemine ayağınızın önüne yerleştirin, almak için uzanın, sonra dik pozisyonunuza tekrar dönün. Eşyayı alırken aşağıya bakmayı, sonra vücudunuzu düzeltirken yukarı bakmayı hatırlatın.
- 2- Öne doğru eğilin ve nesneyi dizlerinizin altından öne ve arkaya hareket ettirin.

C- Ayakta Yapılan Egzersizler

- 1- Oturma pozisyonundan ayakta durma po-

zisyona geçin ve tekrar oturun.

- 2- Bunu gözler kapalıyken tekrarlayın.

4.6. Diğer Egzersizler

Thai Chi Egzersizi: Eski Çin savaş sanatına özgü vücudun her bölgesini harekete dahil eden, yavaş olarak uygulanan fiziksel ve denge egzersizleri, solunum teknikleri ve kognitif aktivitelerden oluşmaktadır. Thai Chi egzersizinin yaşlı hastalarda dengeyi artırdığı ve düşmeleri azalttığı birçok çalışmada gösterilmiştir (34). Bu egzersizlerin dengeyi artırıcı etkisi, vestibüler girişin ve alt ekstremit motor kontrolünü artmasına bağlanmıştır (25).

Optokinetik Stimulus ile Verilen Egzersizler: Optokinetik stimuluslar yoluyla görsel olarak farklı ışık ve miktarlarında hareket eden bantlara maruz bırakılan hastalarda baş hareketlerini yapma, farklı yüzeylerde yürüme gibi egzersizlerin verilmesidir. Optokinetik stimulus ile verilen egzersizler sonrasında postüral stabilitede artma, semptomlarda ve optokinetik nistagmusta düzelme tespit edilmiştir (35,36).

Sanal Gerçeklik Eğitimi Vestibüler rehabilitasyonda bilgisayar görüntü teknolojilerinin kullanılmasına dayanan bir eğitimidir. Hastanın günlük yaşam aktivitelerinde zorlandığı durumlar (örneğin süpermarkette alışveriş etmek gibi) bilgisayar ile hastaya görüntü olarak verilir. Bu şekilde hastanın bilgisayar yardımıyla oluşturulan gerçekçi görsel çevreye alışması sağlanır. Bu konuda yapılan çalışmalarda sık düşen yaşlılarda, kronik vestibüler bozuklukta ve denge bozukluğu olan hastalarda sanal gerçeklik eğitimi ile semptomların azaldığı, VOR kazancında ve postüral stabilitede artış görülmüştür (37-39).

Egzersizler günde 2-3 kez, 20-30 dakika ve 2-4 hafta süresince uygulanır. Klinikte egzersizler öğrenildikten sonra egzersizler evde uygulanmalıdır.

Yaşlı Bireylerde Vestibüler Rehabilitasyonu Etkileyen Faktörler

- Vestibüler sistemin VOR kazancının azalması, yaşlanma ile birlikte görsel ve somatosensoryel değişiklikler varlığı, bilateral vestibüler kaybı olan hastanın fonksiyonel iyileşmesini zorlaştırır. Yürümede denge kaybı olan hastalarda yürüyüşte baston kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır ve karanlıkta yürümekte zorlanacaklardır.
- **Görme keskinliği:** Yaşlanma ile azalan görme keskinliği, vestibüler adaptasyonu zorlaştırır (40,41).

- **Somatoduyusal değişiklikler:** Yaşla ilişkili somatoduyusal değişiklikler vibrasyon ve propriosepsiyon duyusunun azalmasına ve reaksiyon süresinin artmasına neden olur (42,43).
- **İskelet kas sistemindeki değişiklikler:** Çeşitli sebeplerden dolayı yaşlı bireylerin kas kuvveti azalabilir. Özellikle ayak bileği kuvveti postüral kontrolü sağlamadaki rolü nedeniyle önem kazanmaktadır (44).
- **Postüral hipotansiyon:** Vestibüler semp-tomu olan hastalar sıklıkla baş dönmesi ve dengesizlikten şikâyet ederler. Vestibüler kaynaklı baş dönmesi postüral hipotansiyondan ayırt edilmelidir (1).
- **Serebellar atrofi:** Serebellar atrofi, yaşlı erişkinlerde anormal yaşlanmanın bir belirtisi olarak görülmez. Serebellar atrofi olan hastalar genellikle baş dönmesi, baş dönmesi veya iştme kaybından şikayetçi değildir (1).
- **Düşme korkusu:** Vestibüler bozukluğu olan yaşlı bireylerin yaşadığı diğer yaygın bir sorun, düşme korkusudur. Düşme korkusu sonucunda aktivitelerini kısıtlarlar (45).
- **Dikkat:** Yaşlılarda postürel kontroldeki dikkatin rolü önemlidir. Yapılan bir çalışmada bakımevinde kalan yaşlı bireylerin yardımcı cihazlarla birlikte yürüdüklerinde yürürken konuşan yaşlı erişkinlerin konuşmayan kişilere oranla daha fazla düştüğünü belirlenmiştir (46).
- **Depresyon:** Vestibüler bozukluğu olan yaşlı erişkinlere klinik depresyon eşlik edebilir. Hem biliş hem de depresyon, hastanın egzersiz programını takip etme yeteneğini etkiler. Kaygının vestibüler disfonksiyonla kuvvetli bir şekilde ilişkili olduğu bulunmuştur (47,48).

5. ÖNERİLER

Bir yardımcı cihazın oluşturacağı hafif dokunma hissi (mekanik destek olmaksızın) somatosensoriyel bir ipucu sağlamaktadır ve postüral kontrol için güçlü bir duysal referanstır. Bu nedenle, 65 yaş üzeri ve bilateral vestibüler sistem patolojisi olan hastalarda yardımcı cihaz önerilir. Bununla birlikte, kişilerin bu yardımcı cihazlara bağımlı hale gelmemesine de özellikle dikkat edilmelidir. Postüral stabiliteyi artırmanın bir diğer yolu normal postüral stratejileri (ayak bileği, kalça ve adım alma) devreye sokabilmektir. Postüral stratejiler, farklı bileşenleri kolektif bir yapı içinde postürü sağlamak amacıyla organize ederler. Ayak bileği

stratejisi, dar bir alanda öne-arkaya, sağa-sola yalpalamaya hareketleri yapılarak geliştirilebilir. Kalça stratejisini ön plana çıkarmak için adım atmadan gövdeyi hızla öne ve arkaya yalpalamaya egzersizi yapılabilir. Adım alma stratejisi ise görsel bir hedef üzerinde yürüyerek geliştirilebilir.

6. SONUÇ

Vestibüler rehabilitasyon programının yaşlanmaya bağlı olarak ortaya çıkan baş dönmesi ve denge problemleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Rehabilitasyonun yanında yaşlı bireyleri; hareketlerin planlanarak yapılması, ani hareketlerden ve hızlı baş hareketlerinden kaçınılması, yataktan kalkmadan önce kısa süreli bekleme gibi konularda bilgilendirmek de önem kazanmaktadır. Vestibüler rehabilitasyona ek olarak uygulanan diğer egzersizlerle yaşlı bireylerin denge ve mobiliteleri artmakta, postüral kontrolleri geliştirmekte ve düşme sıklıkları azalmaktadır.

7. KAYNAKLAR

1. Herdman, S.J. (2007). Vestibular Rehabilitation. F. A. Davis Company.
2. Thompson, T.L., Amedee, R. (2009) Vertigo: A Review of Common Peripheral and Central Vestibular Disorders. *The Ochsner Journal*, 9 (1), 20-26.
3. Jurkiewicz, A.L., Zeigelboim, B., Albernaz, P.L.M. (2002) Alterações Vestibulares Em Processos Infecciosos Do Sistema Nervoso Central. *Distúrbios Da Comunicação*. Issn 2176-2724, 14 (1).
4. Nashner, L.M., Black, F.O., Wall, C. (1982) Adaptation To Altered Support and Visual Conditions During Stance: Patients with Vestibular Deficits. *Journal of Neuroscience*, 2 (5), 536-544.
5. Gazzola, J.M., Rodrigues Perracini, M., Malavasi Ganança, M., Freitas Ganança, F. (2006) Fatores Associados Ao Equilíbrio Funcional Em Idosos Com Disfunção Vestibular Crônica. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 72 (5).
6. Zanardini, F.H., Zeigelboim, B.S., Jurkiewicz, A.L., Marques, J.M., Bassetto, J. (2007) Reabilitação Vestibular Em Idosos Com Tontura. *Pro-Fono Revista De Atualização Científica*, 19 (2), 1-7.
7. Sturnieks, D.L., St George, R., Lord, S.R. (2008) Balance Disorders in the Elderly. *Neurophysiologie Clinique/ Clinical Neurophysiology*, 38 (6), 467-478.
8. De Moraes, S.A., De Souza Soares, W.J., Ferrioli, E., Perracini, M.R. (2013) Prevalence and Correlates of Dizziness in Community-Dwelling Older People: A Cross Sectional Population Based Study. *Bmc Geriatrics*, 13 (1), 4.
9. Iwasaki, S., Yamasoba, T. (2015) Dizziness and Imbalance in the Elderly: Age-Related Decline in the Vestibular System. *Aging and Disease*, 6 (1), 38.
10. Paige, G. (1989). Vestibulo-Ocular Reflex (VOR) and Adaptive Plasticity with Aging [Bildiri]. Soc Neurosci Abstr.
11. Ricci, N.A., Aratani, M.C., Doná, F., Macedo, C., Caovilla, H.H., Ganança, F.F. (2010) A Systematic Review About the Effects of the Vestibular Rehabilitation in Middle-Age and Older Adults. *Brazilian Journal of*

- Physical Therapy*, 14 (5), 361-371.
12. Bergström, B. (1973) Morphology of The Vestibular Nerve: II. The Number of Myelinated Vestibular Nerve Fibers in Man at Various Ages. *Acta Oto-Laryngologica*, 76 (1-6), 173-179.
 13. Richter, E. (1980) Quantitative Study of Human Scarpa's Ganglion and Vestibular Sensory Epithelia. *Acta Oto-Laryngologica*, 90 (1-6), 199-208.
 14. Rosenhall, U. (1973) Degenerative Patterns in the Aging Human Vestibular Neuro-Epithelia. *Acta Oto-Laryngologica*, 76 (1-6), 208-220.
 15. Korkut, N. (2005) Vertigoya Genel Bakış. *Klinik Gelişim Dergisi* 18 (1), 65-72.
 16. Boyer, F., Percebois-Macadré, L., Regrain, E., Lévêque, M., Taïar, R., Seidermann, L. ve diğerleri. (2008) Vestibular Rehabilitation Therapy. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 38 (6), 479-487.
 17. Berg, K.O., Kairry, D. (2002) Balance Interventions to Prevent Falls. *Generations*, 26 (4), 75.
 18. Society, A.G., Society, G., Prevention, O.F., Panel, O.S. (2001) Guideline for the Prevention of Falls in Older Persons. *Journal of the American Geriatrics Society*, 49 (5), 664-672.
 19. Huang, M., Burgess, R., Weber, M., Greenwald, N.F. (2006) Performance of Balance Impaired Elders on Three Balance Tests under Two Visual Conditions. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 29 (1), 3-7.
 20. Berg, K., Wood-Dauphine, S., Williams, J., Gayton, D. (1989) Measuring Balance in the Elderly: Preliminary Development of an Instrument. *Physiotherapy Canada*, 41 (6), 304-311.
 21. Berg, K.O., Maki, B.E., Williams, J.I., Holliday, P.J., Wood-Dauphinee, S.L. (1992) Clinical and Laboratory Measures of Postural Balance in an Elderly Population. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 73 (11), 1073-1080.
 22. Jonsson, E., Henriksson, M., Hirschfeld, H. (2003) Does the Functional Reach Test Reflect Stability Limits in Elderly People? *Journal of Rehabilitation Medicine*, 35 (1), 26-30.
 23. Whitney, S.L., Wrisley, D.M., Marchetti, G.F., Furman, J.M. (2002) The Effect of Age on Vestibular Rehabilitation Outcomes. *The Laryngoscope*, 112 (10), 1785-1790.
 24. Gill-Body, K.M., Beninato, M., Krebs, D.E. (2000) Relationship Among Balance Impairments, Functional Performance, and Disability in People with Peripheral Vestibular Hypofunction. *Physical Therapy*, 80 (8), 748-758.
 25. Cawthorne, T. (1944) The Physiological Basis for Head Exercises. *J Char Soc Physiother*, 3, 106-107.
 26. Brandt, T. (2000) Management of Vestibular Disorders. *Journal of Neurology*, 247 (7), 491-499.
 27. Baloh, R.W., Baringer, J.R. (1998) Dizzy Patients: The Varieties of Vertigo: Case Commentary. *Hospital Practice*, 33 (6), 55-77.
 28. Baloh, R.W., Ying, S.H., Jacobson, K.M. (2003) A Longitudinal Study of Gait and Balance Dysfunction in Normal Older People. *Archives of Neurology*, 60 (6), 835-839.
 29. Herdman, S.J. (1998) Role of Vestibular Adaptation in Vestibular Rehabilitation. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 119 (1), 49-54.
 30. Jung, J.Y., Kim, J.-S., Chung, P.S., Woo, S.H., Rhee, C.K. (2009) Effect of Vestibular Rehabilitation on Dizziness in the Elderly. *American Journal of Otolaryngology*, 30 (5), 295-299.
 31. Tee, L., Chee, N. (2005) Vestibular Rehabilitation Therapy for the Dizzy Patient. *Ann Acad Med Singapore*, 34 (4), 289-294.
 32. Kulcu, D.G., Yanik, B., Boynukalin, Ş., Kurtais, Y. (2008) Efficacy of a Home-Based Exercise Program on Benign Paroxysmal Positional Vertigo Compared with Betahistine. *Journal of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 37 (3).
 33. Badke, M.B., Miedaner, J.A., Grove, C.R., Shea, T.A., Pyle, G.M. (2005) Effects of Vestibular and Balance Rehabilitation on Sensory Organization and Dizziness Handicap. *Annals of Otolaryngology, Rhinology & Laryngology*, 114 (1), 48-54.
 34. Wu, G. (2002) Evaluation of the Effectiveness of Tai Chi for Improving Balance and Preventing Falls in the Older Population—A Review. *Journal of the American Geriatrics Society*, 50 (4), 746-754.
 35. Pavlou, M., Lingeswaran, A., Davies, R.A., Gresty, M.A., Bronstein, A.M. (2004) Simulator Based Rehabilitation in Refractory Dizziness. *Journal of Neurology*, 251 (8), 983-995.
 36. Tsuzuku, T., Vitte, E., Sémont, A., Berthoz, A. (1995) Modification of Parameters in Vertical Optokinetic Nystagmus After Repeated Vertical Optokinetic Stimulation in Patients with Vestibular Lesions. *Acta Otolaryngologica*, 115 (Sup520), 419-422.
 37. Alexander, B.H., Rivara, F.P., Wolf, M.E. (1992) The Cost and Frequency of Hospitalization for Fall-Related Injuries in Older Adults. *American Journal of Public Health*, 82 (7), 1020-1023.
 38. Işık, A., Cankurtaran, M., Doruk, H., Mas, M. (2006) Geriatrik Olgularda Düşmelerin Değerlendirilmesi. *Turkish Journal of Geriatrics*, 9 (1), 45-50.
 39. Lamb, S.E., Jørstad-Stein, E.C., Hauer, K., Becker, C. (2005) Development of A Common Outcome Data Set For Fall Injury Prevention Trials: The Prevention of Falls Network Europe Consensus. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53 (9), 1618-1622.
 40. Spooner, J.W., Sakala, S.M., Baloh, R.W. (1980) Effect of Aging on Eye Tracking. *Archives of Neurology*, 37 (9), 575-576.
 41. Sharpe, J.A., Sylvester, T.O. (1978) Effect of Aging on Horizontal Smooth Pursuit. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 17 (5), 465-468.
 42. Brocklehurst, J., Robertson, D., James-Groom, P. (1982) Clinical Correlates of Sway in Old Age—Sensory Modalities. *Age and Ageing*, 11 (1), 1-10.
 43. Stelmach, G.E., Worringham, C.J. (1985) Sensorimotor Deficits Related to Postural Stability. Implications for Falling in the Elderly. *Clinics in Geriatric Medicine*, 1 (3), 679-694.
 44. Horak, F.B., Nashner, L.M. (1986) Central Programming of Postural Movements: Adaptation to Altered Support-Surface Configurations. *Journal of Neurophysiology*, 55 (6), 1369-1381.
 45. Jacobson, G.P., Newman, C.W. (1990) The Development of the Dizziness Handicap Inventory. *Archives of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 116 (4), 424-427.
 46. Lundin-Olsson, L., Nyberg, L., Gustafson, Y. (1997) Stops Walking When Talking as a Predictor of Falls in Elderly People. *Lancet*, 349 (9052), 617.
 47. Jacob, R.G. (1988) Panic Disorder and the Vestibular System. *Psychiatric Clinics of North America*.
 48. Clark, D.B., Hirsch, B.E., Smith, M.G., Furman, J.M., Jacob, R.G. (1994) Panic in Otolaryngology Patients Presenting with Dizziness or Hearing Loss. *American Journal of Psychiatry*, 151 (8), 1223-1225.

Yaşlılarda Plantar Somato Duyusal Sistem: Stokastik Rezonans

Uzm. Fzt. Ayşe ABİT KOCAMAN, Prof. Dr. Nuray KIRDI
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
e-mail: ayseabit@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Sağlıklı bir postural kontrol; somatosensoryal sistem verilerinin geri bildirim mekanizmalarından elde edilmesiyle ve kortikal mekanizmalar tarafından işlenmesi ile meydana gelmektedir. Vibrasyon gürültü kaynağı olarak kullanılmakta ve somatosensoryal sistem üzerinde meydana gelen gürültü ile eşik altı duyunun eşik üstüne çıkarılabildiği bilinmektedir. Buna stokastik rezonans adı verilmektedir. Yaşın ilerlemesiyle birlikte sinir iletim hızında azalma ve alt ekstremitelerin periferik reseptörlerinin sayısında azalma, duyu ve motor sinirlerin latans periyodunda ise artma görülür. Somatosensoryal sistemden gelen duyu girdilerinin bütünleştirici yeteneği yaşlanma ile bozulur. Bunların sonucunda ise düşme hikayesi yaşlı bireylerde artar. Vibrasyon uygulamasının düşme hikayesi olan yaşlı bireylerde yürüyüşün fazlarında meydana gelen varyasyonları engellediği bildirilmektedir. Bu tür yöntemler sayesinde düşme gibi morbid nedenleri en aza indirmek hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yaşlanma, postural denge, vibrasyon

ABSTRACT

A healthy postural control occur with processing somatosensory data obtained feedback mechanisms with cortical mechanism. Vibration is used as a source of noise and it is known that the noise on the somatosensory system can be subtracted to the sub-threshold sensory threshold. This is called as Stochastic Resonance. Along with the progress of age, there is a decrease in the rate of neurotransmission and a decrease in the number of peripheral receptors of the lower extremities, and an increase in the latency period of senses and motor nerves. The integrative ability of sensory inputs from the somatosensory system, is disturbed by aging. As a result, the story of the fall increases in elderly individuals. It is known that the older faller individuals the vibration application, inhibit the variations that occur during gait phases. It is aimed that reducing the morbidity causes such as falling by using this kind of methods.

Keywords: Aging, postural balance, vibration

1. GİRİŞ

Yaşlanmaya bağlı olarak duyu sistemleri ve santral yapılarda fonksiyon kaybı, duyu reseptörlerinden herhangi birinin yetersiz ya da tam olmayan bilgi içermesi ve mesajların işlenmesini etkileyen herhangi bir bozukluk sonucunda hareket düzenleme yeteneği bozulmaktadır (1). Yaşla birlikte periferik ve santral vestibüler sistemde dejeneratif değişiklikler görme, derin duyu, kas kuvveti, eklem mobilitesi ve santral sinir sistemi fonksiyonunda bozulmaya neden olur. Normal postüral kontrol ve dengenin sağlanmasında etkili olan 3 sistem; vestibüler sistem, görme sistemi ve somatosensoryal (dokunma duyusu, derin duyu, eklem reseptörleri ve kas reseptörleri) sistemdir (2). Yaşın ilerlemesiyle birlikte sinir iletim hızında azalma ve alt ekstremitelerin periferik reseptörlerinin sayısında azalma, duyu ve motor

sinirlerin latans periyodunda ise artma görülür. Görme sistemi, vestibüler sistem ve somatosensör sistemden gelen duyu girdilerinin bütünleştirici yeteneği yaşlanma ile bozulur (1,2). Buna bağlı olarak yaşlı bireylerde postüral kontrol bozularak statik ve dinamik denge etkilenmektedir (3).

Sağlıklı bir postural kontrolün klinik sonucu olarak statik ve dinamik dengenin sağlanmasında ve korunmasında geri bildirim mekanizmalarının verimli bir şekilde çalışması esastır. Gürültü, elde edilmek istenen esas veri ile karışan veya çakışan tüm uyarılara verilebilecek isimdir. Yapılan çalışmalar gürültünün belirli düzeylerde uygulanmasının sisteme giriş yapabilmeye uygun olmayan eşik altı uyarıları eşik üstüne taşıyabileceğini göstermiştir (4,5). Bu işleme stokastik rezonans denir ve temelde bir sistemdeki veri akışının gürültü varlığı ile daha üst seviyeye taşınması esasına dayanır (5).

2. POSTÜRAL KONTROL VE DUYUSAL KOMPONENT

Postüral kontrol vücudun boşluktaki pozisyonu oryantasyon ve stabilite sağlamak amacıyla kontrol edebilme yeteneğidir.

Postüral oryantasyon, vücut segmentlerinin birbiriyle ve vücudun çevreyle olan göreve özel uygun ilişkisini koruyabilme özelliğidir. Bu tanıma göre postural oryantasyon, postür ve postüral tonusun katkılarıyla gerçekleşmektedir.

Postüral stabilite ise vücudun gravite merkezini destek yüzeyi sınırları içinde tutabilme yeteneği olup, stabilite limitleri olarak da ifade edilmektedir (6).

Postüral kontrol; duyuşsal girdi, bu girdilerin bütünleştirilip yorumlanarak uygun motor çıktıların planlandığı ve modülasyonun algısal süreç (gövde pozisyonunun ve hareketlerinin değerlendirilmesi için duyuşsal bilgi bütünleşmesi) ve motor çıktı olmak üzere üç komponent sayesinde gerçekleşir (7).

Somatosensöryal bilgi: Deri, eklem ve kaslarda bulunan özelleşmiş reseptörlerin, bu reseptörlerden gelen bilgileri üst merkezlere taşıyan yolların ve üst merkezlerde postural stabilitenin oluşması için bu bilgileri bütünleştiren tüm yapıların oluşturduğu kompleks bir sistem tarafından gerçekleştirilir. Somatosensöryel sistemin periferik duyuşsal kısmını oluşturan reseptörler ve yollar (posterior kordon sistemi ve spinoserebellar yollar) destek yüzeyini referans olarak üst merkezlere vücut kısımlarının pozisyonu, vücut segmentlerinde meydana gelen hareketlerin hızı ve yönü hakkında bilgi veririler. Somatosensöryel bilgi postürel cevapların oluşturulmasında birincil kaynaktır. Normal horizontal yüzeylerde vücudun vertikallığı konusunda doğru girdi sağlayan bu sistem, gemi veya rampa gibi zemin horizontalliğinin bozulduğu durumlarda vertikallık konusunda tam olarak doğru veri sağlayamaz (8).

3.YAŞLANMAYLA AYAKTA MEYDANA GELEN FİZYOLOJİK DEĞİŞİKLİKLER

3.1. Plantar Deri Sistemi

Plantar deri sistemi; deri, tırnaklar ve subkutanöz dokulardan oluşmaktadır. Bu sistemin başlıca fonksiyonları, vücut ve çevre arasında bir bariyer sağlamak, duyuşsal bilgi sağlamak ve vücut sıcaklığının düzenlemesine yardımcı olmaktır. Normal yaşlanma, derinin görünümünde karakteristik değişiklikler olarak sıklıkla görülen, plantar deri sistemin her bir bileşeninin yapısını

ve işlevini etkilediği bilinmektedir (9).

Epidermis ve dermis; Ayak tabanının cildi çeşitli benzersiz özelliklere sahiptir. Özellikle, plantar derisi tüysüzdür ve yüksek derecede ekin ter bezleri içermesine rağmen yağ bezleri içermemektedir (10). Plantar epidermis oldukça kalın (yaklaşık 1.5 mm kalınlıktadır, vücudun diğer bölgelerinde 0.1 mm kalınlığa) ve ayakta dururken veya yalınayak yürürken yeterli sürtünme oluşturmaya yardımcı olan bir desen göstermektedir. Plantar dermis yaklaşık 3 mm kalınlığındadır ve yırtılma streslerine karşı esneklik sağlayan yapıya sahiptir. Plantar deri adapte olabilen bir yapıya sahiptir; bu durum ayakkabı giymeyen insanlarda epidermis ve dermisin gözle görülür derecede daha kalın olmasıyla kanıtlanmıştır (11).

Yaşın ilerlemesiyle plantar derinin hem epidermal hem de dermal seviyelerde önemli değişiklikler meydana gelmektedir (12,13). Epidermisin kalınlığı yaşla birlikte belirgin bir şekilde değişmez; ancak dermal epidermal bileşke düzleşir, bu da atrofi izlenimini vermektedir. Ayakta, plantar kalluslarla ilişkili stratum corneum'un kalınlaşması nedeniyle epidermal kalınlıkta bir artış olabilir. Epidermal keratinositlerin şekli ve boyutu daha değişken hale gelir ve keratinositlerin üretimi genç bir bireye göre % 50 azalır. Bundan dolayı keratinositlerin nem içeriği azalır ve ter bezi yoğunluğundaki azalma ile birlikte yaşlı ciltte kuru, pullu görünüm meydana gelir. Epidermisin bağışıklık fonksiyonunda önemli rol oynayan Langerhans hücreleri, yaşla birlikte dramatik bir şekilde azalır, bu da mikroorganizmalara duyarlılığın azalmasına neden olur (14). Epidermisin aksine, dermis, belirgin kollajen lif kaybı nedeniyle kalınlıkta belirgin bir azalmaya uğrar. Kalan kollajen lifleri daha kalınlaşır ve sertleşir ve gelişigüzel bir çapraz bağlanma sürecine girerler (15). Cilde elastikiyet kazandıran elastin liflerinin sayıları azalır ve parçalanır. Bu değişiklikler cildin mekanik özelliklerini değiştirerek kırılabilirliğin artmasına ve elastik geri çekilim kaybına yol açar. Epidermal Langerhans hücrelerinden sonra bağışıklık savunmasında rol oynayan dermal makrofajlar ve mast hücrelerinin ilerleyen yaşla birlikte sayıları azalır bu nedenle enfeksiyona karşı inflamatuvar yanıtın hızı ve yoğunluğu düşer (14). Yaşlı bireylerde görülen inflamatuvar yanıtın bozulmasına katkıda bulunan bir diğer faktör de kutanöz mikrovasküler fonksiyonda yaşa bağlı düşüştür. Yaşlı bireyler, papiller dermisdeki kılcal halkaların sayısı, endotel hücrelerinin artmış gözenekliliği ve kalınlaşmış bir bazal membran sayısında belirgin bir azalma gösterirler ve bunların hepsi daha az verimli yüzeyel kan kaynağına sebep olmaktadır (16,17). Yaşlanma ile ortaya çı-

kan plantar deri sistemindeki fizyolojik değişiklikler, işlevsel etkileri açısından önemlidir. Daha önce belirtildiği gibi, keratinositlerin azalması su içeriği ve ekrin bezlerinin yoğunluğunun azalması, derinin tamamen kurutulmasına yol açar, bu da hiperkerasit ve fissür oluşmasına yatkınlığa neden olur. Epidermal ve dermal bağışıklık fonksiyonlarındaki azalma enfeksiyon riskini artırır ve bu enfeksiyonların başarıyla tedavi edilmesi için gereken süre artmaktadır (9). Kollajen çapraz bağlanması ve dermin elastin içeriğinin azalması sebebiyle yara kontraksiyonundaki ve epitelizasyon ve anjiyogenezin azalması nedeniyle, yara iyileşmesi yaşlı insanlarda önemli ölçüde gecikmiştir (18). Bir yaranın başarıyla iyileşmesi durumunda bile, yara alanındaki gerilme kuvveti azalır; bu da, yaranın tekrar açılma riskini artırır. Bundan dolayı, yaşlı insanlardaki yaralar genellikle daha uzun süre tedavi gerektirir ve sıklıkla tekrar eder (9,18).

3.2. Plantar Yumuşak Dokular

Ayak tabanı, ağırlık taşıma aktiviteleriyle ilişkili darbe kuvvetlerini emmek üzere tasarlanmış topuk ve metatars başı bölgelerinde son derece özelleşmiş yumuşak doku yapılarına sahiptir. Yaşlanmanın bu dokuların yapısını ve işlevini etkilediği bilinmektedir ve literatürde farklı görüşler olmasına rağmen, bu değişikliklerin semptomların gelişimiyle ilişkili olabileceğine dair yeni kanıtlar vardır.

Metatarsal pedler; Ön ayağın plantar dokuları, cildin ayağın alttaki kemik yapısına demirlenmesi, altta yatan fleksör tendonlarının, kan damarlarının ve sinirlerin korunması ve yürüyüş esnasında uygulanan dikey ve kesme kuvvetlerinin hafifletilmesi de dahil olmak üzere çok sayıda fonksiyona sahiptir (19). Metatarsal pedlerin birinci ila beşinci metatars başlarında kalınlıkları dereceli olarak azalır ve ayakta durma sırasında % 10-15, yürüme sırasında % 46'ya kadar kompresyona uğrar (20). Metatarsal dolguların atrofisi yaşlılarda sık görülürken, bu bulguyu görüntüleme teknikleri ile doğrulayan hiçbir çalışma yapılmamıştır. Ayrıca, yaşlanmanın plantar ön ayağın bağ dokularının parçalanmasıyla ilişkili olup olmadığının saptanması için herhangi bir histolojik çalışma yapılmamıştır. Bununla birlikte, Hsu ve ark. (21), Wang ve ark. (22) tarafından yapılan çalışmalarda metatarsal pedlerin mekanik özelliklerinin karşılaştırılması, eski pedlerin daha sert olduklarını, sıkıştıklarında daha fazla enerji harcadıklarını ve yük kaldırıldıktan sonra daha yavaş iyileştiğini göstermiştir.

Topuk Pedleri; Topuk yastığı, 13-21 mm kalınlığında bağ dokusu tabakasından oluşur ve en derin kısmı plantar periostuna sıkıca yapışır. Yükleme yanıtı olarak, yağ hücreleri tek tek septalar arasında geçer ve bu mekanizma, septanın kendisinin elastik özellikleri ile birlikte topuk yastığını şok absorpsiyon özelliğini yansıtır (23). Yaş ilerledikçe, septadaki kollajen liflerin sayısı ve boyutlarının arttığını ve daha da kırılabilir yapıda olduğunu göstermektedir. Sonuç olarak, septum bozulabilir ve rüptür, yağ hücrelerinin sızmasına neden olabilir (24). Vertikal yüklemeye tepki olarak topuk yastığının ultrason ölçümlerini içeren bir çalışmada, Hsu ve ark. (25), yaşlı bireylerin topuk pedleri biraz daha kalın iken, 3 kg'lık bir yük uygulandığında genç bireylere göre daha az sıkışabilirlik gösterdiklerini kaydetmişlerdir. Yaşlanmayla birlikte, topuk yastıklarının da sertliğinin ve enerji tüketiminin arttığı gösterilmiştir. Yaşlı bireylerde metatarsal yağ pedlerinde meydana gelen atrofi ön ayak ağrısının gelişimine katkıda bulunan bir faktör olarak öne sürülürken, ultrasonografi ile yapılan yeni bir çalışmada, metatarsalji olan ve olmayanlarda metatarsal ped kalınlığında fark bulunamamıştır (26). Ancak, yağ pedlerinin kalınlıklarının daha fazla olması olasıdır, çünkü ön ayak semptomları olan kişilerde yürüyüş sırasında metatars başlarının altındaki tepe basıncının daha fazla olduğu gösterilmiştir. Benzer şekilde, topuk ağrısının gelişiminde topuk ped kalınlığının rolü ile ilgili araştırma bulguları belirsiz olsa da, ağırlı topuk pedlerinin daha az sıkıştırılabildiği ve daha fazla enerji tükettiği kaydedilmiştir (27).

3.3. Plantar Somato Duyusal Sistem

Özellikle, ayağın tabanındaki tüysüz deride mekanik uyarınları, hızları ve ivmelenmeyi algılayabilen geniş bir mekanoreseptör popülasyonu bulunur (28). İlerleyen yaşla birlikte, aksonların boyut ve sayısı genel olarak azalır, aksonları çevreleyen miyelin kılıfları bozulmalar ile sonuçlanır ve sinir iletim hızında bir azalmaya yol açar (29). Merkel diskleri ve serbest sinir uçları yaştan etkilenmez. Bununla birlikte, Meissner ve Pacinian cisimciklerinin yoğunluğu önemli ölçüde azalır ve reseptörler bir takım morfolojik değişiklikler sergiler (30). Reseptör yapısı ve fonksiyonundaki değişiklikler sonucunda dokunma duyarlılığı, zaman-mekansal algısal ve titreşim duyularında değişiklikler meydana gelir (31). Propriyosepsiyon (vücut parçalarının pozisyonunu algılama yeteneği) ve kinestezi (vücut parçalarının hareketini algılama yeteneği) kısmen cilt reseptörleri, aynı zamanda da kas içindeki Golgi Tendonu Organları ve reseptörleri ile ilişkilidir. Diğer me-

kanik yeteneklerde olduğu gibi yaşlanma ile birlikte dizin sagittal düzlemdeki propriyosepsiyon ve kinestezi duyusunda ve ayak bileğinin sagittal ve frontal düzlemde propriyosepsiyon ve kinestezi duyusunda belirgin düşüş kaydedilmiştir (32). Ayak bileği propriyosepsiyon duyusu düzensiz zeminde yürürken dengeyi korumada önemli bir rol oynamaktadır. Sonuç olarak, plantar somatosensöryal sistemde yaşla ilişkili değişiklikler, denge ve yürüme hızındaki değişiklikler ile ilişkilidir ve azalmış duyu düşmeler için önemli bir risk faktörüdür (33-35).

4. STOKASTİK REZONANS

Stokastik rezonans (SR), lineer olmayan sistemlerde, belirli bir seviyedeki gürültü girdisiyle uyarılan sistemin yanıt artışı ile karakterize edilen bir olgudur. Sinir sisteminde, SR'ın kerevit (böcek) mekanoreseptörlerindeki etkisini ilk olarak Douglass ve arkadaşları yapmıştır (36). Daha sonra Collins ve ark. (37) ve Ivey ve ark. (38), sıçanların kutanöz mekanik reseptörlerinde SR etkileri olduğunu göstermiş ve bu da SR'nin aynı zamanda memelilerinde sinir sisteminde etkili olabileceğini göstermektedir. İnsanlarda yapılan ilk çalışmada, gürültü uygulanmasının, eşikaltı dokunma duyularını algılama hassasiyetini artırdığını göstermiştir. Ayrıca SR'ın etkisinin yalnızca somatosensöryal sistem üzerine değil, görsel ve işitsel sistemler üzerine de gösterilmiştir (39). Fallon ve ark. (40), kedilerde 0-300 Hz frekansında gürültünün, kas içciklerinde ve Golgi tendon organlarından afferent duyarlılığını, insanlardaki kas içiği reseptörleri üzerine yapılan daha önceki bir çalışmanın sonuçlarına benzer bir şekilde geliştirdiğini göstermiştir. Martínez ve ark. (41) kısa süre önce SR'nin kedi omuriliğindeki monosinaptik refleks amplitüdünü artırdığını göstermiştir. Bununla birlikte, kutanöz mekanoreseptörler, kas içcikleri, tendon organları ve motor nöronlar söz konusu olduğunda sensorimotor koordinasyonda SR etkisi ile ilgili çalışmalar yetersizdir. Priplata ve ark. (4) ve Collins ve ark. (5) ayaklarda tabanlıklara vibrasyon uygulamasıyla oluşturulan mekanik gürültünün ayakta duruşta dengeyi geliştirdiğinin ilk kanıtını kaydetmişlerdir. Vestibüler organlara uygulanan stokastik elektrik stimülasyonunun yanı sıra, parmak ucu üzerinde uygulanan taktıl duyu stimülasyonu dengeyi geliştirmiştir (42). Priplata ve ark. (43) 65 yaş üstü 12 kişi ve 15 genç yetişkin sağlıklı gönüllü üzerinde yaptıkları çalışmada öşçülen plantar eşik değeri %90'ında silikon tabanlıkların içerisine yerleştirilmiş ve vibrasyon üreten parçalar kullanılmıştır ve postural salınımlar kaydedilmiştir. Yaşlı bireylerim medio-lateral salınımlarının

genç gruba göre daha fazla azalma gösterdiği kaydedilmiştir. Eşik değeri dikkate alınarak yapılan SR uygulamalarında bir eşik değeri ve iki tür uyarıcı çalışılmaktadır. Bu sinyallerden birincisi eşik altı değerdeki uyarıcı, ikincisi ise sisteme gürültü olarak verilen genellikle vibrasyon olarak kullanılan uyarıcıdır. Vibrasyon yalnızca eşik altı değerlere ulaşabilen sinyallerin eşik üstü değere ulaşabilmelerini sağlayan yapay olarak üretilmiş enerji paketlerinden meydana gelmektedir. Bu kısımda önemli olan konu optimal düzeydeki vibrasyonun ne kadar olacağıdır. Fazla düzeyde verilmiş olan vibrasyon eşik altında kalmış olan duyuyu eşik üstüne çıkaramaz ve santral sinir sistemi içinde değerlendirilemeyeceğinden dolayı klinik bir yararlanım söz konusu olmayacaktır (44). Yapılan bir çalışmada vibrasyon-SR ile kısmen depolarize edilmiş mekanoreseptörlerin zayıf sinyaller varlığında eşik üstü uyarıcı üretebilecek kadar deşarj olabileceği açıklanmıştır. Ayrıca periferik reseptörlerden gelen vibrasyon uyarılarının santral sinir sisteminde kısmi depolarizasyonla sonuçlandığı ve bunun da santral sinir sistemi içerisinde periferik vibrasyon uygulamaları gibi sonuçlara yol açabileceği kaydedilmiştir (45). Literatürde düşme hikayesi olan yaşlı bireylerde SR uygulamalarının olumlu sonuçları kaydedilmiştir ve rehabilitasyona yardımcı olarak kullanılabileceğinin altı çizilmiştir. Galica ve ark. (46) sık düşme frekansına sahip 18 yaşlı gönüllü, düşme hikayesi olmayan 18 yaşlı gönüllü ve 12 sağlıklı yetişkin üzerinde yaptıkları çalışmada bireylere 6 dk yürüme testi uygulanmıştır ve yürüyüşün karakteristikleri açısından varyans analizi yapılmıştır. 6 dk yürüme testi sırasında taban altı vibrasyon veren ayakkabılar kullanılarak 3 dk boyunca vibrasyon uygulaması yapılmış 3 dk boyunca vibrasyon kesilmiştir. Sık düşen yaşlı bireylerde yürüyüş karakteristik değerleri sağlıklı yaşlı bireylerin yürüyüş karakteristik değerlerine anlamlı bir şekilde yaklaşmıştır. 12 sağlıklı yaşlı bireyde yapılan bir çalışmada ise bir gruba vibrasyon verilmezken bir gruba ayak taban altından %70 ve 85 oranında ayak taban altından vibrasyon uygulanmıştır. Vibrasyon uygulanan yaşlı bireylerde medio-lateral stabilitenin artışı kaydedilmiştir ve çalışmada medio-lateral stabilite kaybının düşmeye yol açan bir faktör olarak belirtilmiş ve yaşlı bireylerde taban altı vibrasyon uygulamasının önemi vurgulanmıştır (47). Rogan ve ark. (48) 2014 yılında yayınladığı bir derlemede denge bozukluğu ve düşme hikayesi olan bireylerde tüm vücut vibrasyonu-SR uygulamasının etkisinden bahsedilmiştir. Sensorimotor eğitim olarak kullanılan total vücut vibrasyonun iki çeşidi vardır; sinüzoidal ve stokastik rezonans. Sinüzoidal tüm vücut vibrasyon frekans 20-50 Hz

arasındadır ve amplitüd ise 2-6mm'dir. Stokastik rezonans tüm vücut vibrasyonu frekans 1-12 Hz arasındadır, amplitüd ise 3-6 mm arasındadır. Parkinson, multiple skleroz, polinöropati ve düşme hikayesi olan yaşlı bireylerde stokastik rezonans-tüm vücut vibrasyonunun etkinliği araştırıldığı bir çalışmada uygulamanın statik, dinamik ve fonksiyonel denge üzerinde olumlu etkileri kaydedilmiştir. Bir sinüzoidal sinyalin aksine, stokastik uyarın, hücre zar potansiyelinin eşik değerlerini değiştirme yeteneğine sahiptir ve bu, hücrelerin bu tür stokastik koşullar altında neden uyandırılabilirliği arttırdığı açıklanmıştır. Mekanik stokastik rezonansın denge bozukluğu ve düşme öyküsü bulunan kişilerde önemli olabileceği vurgulanmıştır. Sinüzoidal tüm vücut vibrasyonu ile karşılaştırıldığında, plaka daha düşük frekansta ve küçük amplitüd ile titreşir. Bu, stokastik rezonans tüm vücut vibrasyon uygulamasının yaşlılar ya da nörolojik hastalar için bir denge terapisinin başlangıcından itibaren büyük riskler olmaksızın kullanılabileceğini göstermektedir.

5. SONUÇ

Düşme sıklığı, 65-69 yaş arasındaki bireylerin % 22'sinde yaşla artış gösterir. Yetmiş beş- yetmiş dokuz yaş arasında bu oran %31, 80-84 yaş arasında % 40 olarak saptanmıştır. Yaşlılarda yaralanma nedeniyle hastaneye yatışların %68'inin düşmeye bağlı olarak meydana geldiği ve bu oranın 85 yaş ve üzerindeki bireylerde %86'ya ulaştığı saptanmıştır. Yaşlı bireylerde sağlıklı ve kaliteli yaşlanmanın sağlanabilmesi, fonksiyonelliğin artırılabilmesi, düşme sonucu hastaneye yatışların ve yatış sürelerinin azaltılması ve risk faktörlerinin elimine edilmesi oldukça önemlidir. Yaşlanmayla azalan plantar duyu kaybının indirilerek olarak yol açtığı düşme nedeniyle hastaneye yatış gibi sebeplerin önlenmesi maliyet etkinlik açısından oldukça önemlidir. Literatür incelendiğinde postural kontrol ve ilişkili sistemlerde ortaya çıkan problemlere yol açan hastalık veya bozukluk durumlarında SR uygulamaları klinik açıdan oldukça umut verici ve düşük maliyetli rehabilitasyon destekleri olarak kullanılabilecekleri anlaşılmaktadır.

6. TEŞEKKÜR

Bu yazının ve sunumunun oluşturulmasının tüm aşamalarında sonsuz bir özveride bulunmuş ve akademik bilgi ve deneyimleri ile değerli katkılarda bulunmuş olan danışman hocam Sayın Prof. Dr. Nuray KIRDI'ya teşekkür ederim.

7. KAYNAKLAR

- Kristinsdottir, E.K., Fransson, P.A., Magnusson, M. (2001) Changes in postural control in healthy elderly subjects are related to vibration sensation, vision and vestibular asymmetry. *Acta Otolaryngol*, 121 (6), 700-706.
- JH, C. (2000). Aging and the balance control systems. W. EB (Ed.). *Geriatric Audology* (s. 141-167). New York
- SB, O.S. (2001). Assesment of Motor Functions. S. T. O'Sullivan SB (Ed.). *Physical Rehabilitation* (s. 177-212). Philadelphia: FA Davis Campony
- Priplata, A., Niemi, J., Salen, M., Harry, J., Lipsitz, L.A., Collins, J.J. (2002) Noise-enhanced human balance control. *Phys Rev Lett*, 89 (23), 238101.
- Collins, J.J., Priplata, A.A., Gravelle, D.C., Niemi, J., Harry, J., Lipsitz, L.A. (2003) Noise-enhanced human sensorimotor function. *IEEE Eng Med Biol Mag*, 22 (2), 76-83.
- H., S.-C.A.W.M. (2000). *Motor Control: Theory and Practical Applications*. (2nd bs.). Philadelphia, Lippincott: Williams & Wilkins;
- Cech DJ., M.S. (2011). *Functional Movement Development Across the Life Span*. Elsevier Health Sciences.
- Proske, U., Wise, A.K., Gregory, J.E. (2000) The role of muscle receptors in the detection of movements. *Prog Neurobiol*, 60 (1), 85-96.
- Muehlman, C., Rahimi, F. (1990) Aging integumentary system. *Podiatric review. J Am Podiatr Med Assoc*, 80 (11), 577-582.
- Periyasamy, R., Anand, S., Ammini, A.C. (2012) The effect of aging on the hardness of foot sole skin: a preliminary study. *Foot (Edinb)*, 22 (2), 95-99.
- Bojsen-Moller F, J.U. (1991). The plantar soft tissue: functional anatomy and clinical implications. J. MH (Ed.). *Disorders of the foot and ankle: medical and surgical management*. (s. 532-540). Philadelphia: Saunders
- Fenske, N.A., Lober, C.W. (1986) Structural and functional changes of normal aging skin. *J Am Acad Dermatol*, 15 (4 Pt 1), 571-585.
- Kurban, R.S., Bhawan, J. (1990) Histologic changes in skin associated with aging. *J Dermatol Surg Oncol*, 16 (10), 908-914.
- Sunderkotter, C., Kalden, H., Luger, T.A. (1997) Aging and the skin immune system. *Arch Dermatol*, 133 (10), 1256-1262.
- Lavker, R.M., Zheng, P.S., Dong, G. (1987) Aged skin: a study by light, transmission electron, and scanning electron microscopy. *J Invest Dermatol*, 88 (3 Suppl), 44s-51s.
- Ryan, T. (2004) The ageing of the blood supply and the lymphatic drainage of the skin. *Micron*, 35 (3), 161-171.
- Li, L., Mac-Mary, S., Sainthillier, J.M., Nouveau, S., de Lacharriere, O., Humbert, P. (2006) Age-related changes of the cutaneous microcirculation in vivo. *Gerontology*, 52 (3), 142-153.
- Thomas, D.R. (2001) Age-related changes in wound healing. *Drugs Aging*, 18 (8), 607-620.
- Bojsen-Moeller, F. (1979) Anatomy of the forefoot, normal and pathologic. *Clin Orthop Relat Res* (142), 10-18.
- Cavanagh, P.R. (1999) Plantar soft tissue thickness during ground contact in walking. *J Biomech*, 32 (6), 623-628.
- Hsu, C.C., Tsai, W.C., Chen, C.P., Shau, Y.W., Wang, C.L., Chen, M.J. ve diğerleri. (2005) Effects of aging on the plantar soft tissue properties under the metatarsal heads at different impact velocities. *Ultrasound Med*

- Biol*, 31 (10), 1423-1429.
- 22 Wang, C.L., Hsu, T.C., Shau, Y.W., Shieh, J.Y., Hsu, K.H. (1999) Ultrasonographic measurement of the mechanical properties of the sole under the metatarsal heads. *J Orthop Res*, 17 (5), 709-713.
 - 23 Jorgensen, U., Bojsen-Moller, F. (1989) Shock absorben-
cy of factors in the shoe/heel interaction--with special
focus on role of the heel pad. *Foot Ankle*, 9 (6), 294-299.
 - 24 Kuhns, J.G. (1949) Changes in elastic adipose tissue. *J
Bone Joint Surg Am*, 31a (3), 541-547.
 - 25 Hsu, T.C., Wang, C.L., Tsai, W.C., Kuo, J.K., Tang, F.T.
(1998) Comparison of the mechanical properties of the
heel pad between young and elderly adults. *Arch Phys
Med Rehabil*, 79 (9), 1101-1104.
 - 26 Waldecker, U. (2001) Plantar fat pad atrophy: a cause
of metatarsalgia? *J Foot Ankle Surg*, 40 (1), 21-27.
 - 27 Prichasuk, S. (1994) The heel pad in plantar heel pain. *J
Bone Joint Surg Br*, 76 (1), 140-142.
 - 28 Vedel, J.P., Roll, J.P. (1982) Response to pressure and
vibration of slowly adapting cutaneous mechanore-
ceptors in the human foot. *Neurosci Lett*, 34 (3), 289-294.
 - 29 Verdu, E., Ceballos, D., Vilches, J.J., Navarro, X. (2000)
Influence of aging on peripheral nerve function and
regeneration. *J Peripher Nerv Syst*, 5 (4), 191-208.
 - 30 Kenshalo, D.R., Sr. (1986) Somesthetic sensitivity in
young and elderly humans. *J Gerontol*, 41 (6), 732-742.
 - 31 Stevens, J.C., Choo, K.K. (1996) Spatial acuity of the
body surface over the life span. *Somatosens Mot Res*, 13
(2), 153-166.
 - 32 Gilsing, M.G., Van den Bosch, C.G., Lee, S.G., Ashton-
Miller, J.A., Alexander, N.B., Schultz, A.B. ve diğerleri.
(1995) Association of age with the threshold for detect-
ing ankle inversion and eversion in upright stance. *Age
Ageing*, 24 (1), 58-66.
 - 33 Era, P., Schroll, M., Ytting, H., Gause-Nilsson, I., Heik-
kinen, E., Steen, B. (1996) Postural balance and its sen-
sory-motor correlates in 75-year-old men and women:
a cross-national comparative study. *J Gerontol A Biol
Sci Med Sci*, 51 (2), M53-63.
 - 34 Tiedemann, A., Sherrington, C., Lord, S.R. (2005)
Physiological and psychological predictors of walking
speed in older community-dwelling people. *Gerontol-
ogy*, 51 (6), 390-395.
 - 35 Lord, S.R., Clark, R.D., Webster, I.W. (1991) Physiologi-
cal factors associated with falls in an elderly popula-
tion. *J Am Geriatr Soc*, 39 (12), 1194-1200.
 - 36 Douglass, J.K., Wilkens, L., Pantazelou, E., Moss, F.
(1993) Noise enhancement of information transfer in
crayfish mechanoreceptors by stochastic resonance. *Nature*,
365 (6444), 337-340.
 - 37 Collins, J.J., Imhoff, T.T., Grigg, P. (1996) Noise-en-
hanced information transmission in rat SA1 cutaneous
mechanoreceptors via aperiodic stochastic resonance. *J
Neurophysiol*, 76 (1), 642-645.
 - 38 Ivey, C., Apkarian, A.V., Chialvo, D.R. (1998) Noise-
induced tuning curve changes in mechanoreceptors. *J
Neurophysiol*, 79 (4), 1879-1890.
 - 39 Collins, J.J., Imhoff, T.T., Grigg, P. (1996) Noise-en-
hanced tactile sensation. *Nature*, 383 (6603), 770.
 - 40 Fallon, J.B., Carr, R.W., Morgan, D.L. (2004) Stochastic
resonance in muscle receptors. *J Neurophysiol*, 91 (6),
2429-2436.
 - 41 Martinez, L., Perez, T., Mirasso, C.R., Manjarrez, E.
(2007) Stochastic resonance in the motor system: ef-
fects of noise on the monosynaptic reflex pathway of
the cat spinal cord. *J Neurophysiol*, 97 (6), 4007-4016.
 - 42 Mulavara, A.P., Fiedler, M.J., Kofman, I.S., Wood, S.J.,
Serrador, J.M., Peters, B. ve diğerleri. (2011) Improving
balance function using vestibular stochastic resonance:
optimizing stimulus characteristics. *Exp Brain Res*, 210
(2), 303-312.
 - 43 Priplata, A.A., Niemi, J.B., Harry, J.D., Lipsitz,
L.A., Collins, J.J. (2003) Vibrating insoles and balance
control in elderly people. *Lancet*, 362 (9390), 1123-1124.
 - 44 Wells, C., Ward, L.M., Chua, R., Timothy Inglis, J.
(2005) Touch noise increases vibrotactile sensitivity in
old and young. *Psychol Sci*, 16 (4), 313-320.
 - 45 Priplata, A.A., Patrix, B.L., Niemi, J.B., Hughes, R.,
Gravelle, D.C., Lipsitz, L.A. ve diğerleri. (2006) Noise-
enhanced balance control in patients with diabetes and
patients with stroke. *Ann Neurol*, 59 (1), 4-12.
 - 46 Galica, A.M., Kang, H.G., Priplata, A.A., D'Andrea,
S.E., Starobinets, O.V., Sorond, F.A. ve diğerleri. (2009)
Subsensory vibrations to the feet reduce gait variabil-
ity in elderly fallers. *Gait Posture*, 30 (3), 383-387.
 - 47 Zhou, J., Lipsitz, L., Habtemariam, D., Manor, B. (2016)
Sub-sensory vibratory noise augments the physiologic
complexity of postural control in older adults. *J Neuro-
eng Rehabil*, 13 (1), 44.
 - 48 Rogan, S., Hilfiker, R., Schenk, A., Vogler, A., Taeymans,
J. (2014) Effects of whole-body vibration with sto-
chastic resonance on balance in persons with balance
disability and falls history - a systematic review. *Res
Sports Med*, 22 (3), 294-313.

Multiple Skleroz'da İnsülin Direnci ve Egzersiz

Uzm. Fzt. Zekiye İpek KATIRCI KIRMACI
SANKO Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Gaziantep
E-mail: ikirmaci@sanko.edu.tr

ÖZET

Multiple skleroz (MS), santral sinir sisteminin otoimmün, demiyelinizan ve nörodejeneratif bir hastalığıdır. Nörodejenerasyonun fizyopatolojisi ile ilgili olarak son yıllarda yapılan çalışmalar hız kazanmıştır. İnsülin direncine bağlı metabolik sendrom bir çok hastalığa konu olduğu gibi nörodejenerasyondaki etkisi de tartışılmaktadır. İnsülin direnci, insülinin glukozu hücre içine gönderme etkisinin azalması veya kaybolmasıdır. Kanda artan glikoz, insülin salgılamaya mekanizmasını uyarır; hiperglisemi ve hiperinsülinemi birlikte oluşur. Hiperinsülinemi TNF- α , CRP ve IL-6 gibi inflammatuar faktörlerin salınımında artışa neden olan proinflammatuar bir durumdur. İnsülin direnci aynı zamanda hücre içi insülin sinyalizasyonunun bozulmasına, hücre içi sağ kalım yollarının baskılanarak apoptozisi teşvik etmeye ve sinir hücrelerinin nörodejenerasyonuna yol açmaktadır. Multiple sklerozda var olduğu bilinen insülin direnci için uygun tedavi yöntemlerinden biri egzersizdir. Egzersizle birlikte ortaya çıkan iskelet kasındaki glukoz transportundaki artış kan glukoz seviyesinin kontrol altına alınmasını sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Multiple skleroz, insülin direnci, egzersiz.

ABSTRACT

Multiple sclerosis (MS) is autoimmune, demyelinating and neurodegenerative diseases of central nervous system. In recent years, pathophysiology of neurodegeneration associated studies has increased. Recent genetic studies show lots of new mechanism about reason of neurodegeneration. The metabolic syndrome due to insulin resistance has been implicated in many diseases as well as the effect on neurodegeneration. Insulin resistance is a phenomenon of decreasing or disappearing effect of insulin for glucose delivery into the cell. Increased glucose stimulates insulin secretion mechanism; hyperglycaemia and hyperinsulinemia occur together. Hyperinsulinemia is a proinflammatory condition that causes an increase in the release of inflammatory factors such as TNF- α , CRP and IL-6. Insulin resistance also causes impairment of intracellular insulin signaling, suppression of intracellular survival pathways leading to apoptosis, and neuronal cell death leading to neurodegeneration. One of the treatment methods for insulin resistance present in multiple sclerosis is exercise. The increase in glucose transport in the skeletal muscle associated with exercise leads to the control of blood glucose level.

Key words: Multiple sclerosis, insulin resistance, exercise.

1. MULTIPLE SKLEROZ

Multiple Skleroz (MS), Santral Sinir Sistemi (SSS)'nin en sık görülen enflamatuvar demiyelinizan ve nörodejeneratif hastalığıdır. Genç erişkinlerde gelişen fonksiyon kaybının başta gelen nedenlerinden biridir. Genç insanların en üretken oldukları 20-40 yaş arasında ortaya çıkması, ciddi özürllülüğe ve iş gücü kaybına yol açması, yaşam kalitesini etkilemesi ve tedavi giderlerinin yüksek olması bu hastalığın bireysel olduğu kadar toplumsal boyutta da önemini arttırmaktadır.

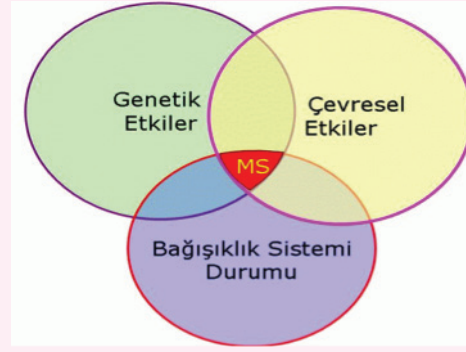
Yeni MS tanısı almış hastaların %50'sinin 10 yıl içinde tek taraflı desteğe gereksinim duyacağı

ve yine %50'sinin 30 yıl içinde tekerlekli sandalyeye bağımlı hale geleceği düşünülmektedir (1). Bu belirgin fonksiyonel gerilemenin sorumlusu olarak, nörodejenerasyona bağlı aksonal kayıp görülmektedir.

Günümüzde nörodejenerasyonun nedeni henüz tam olarak bilinmemektedir. Son yıllarda artan çalışmalar, dejenerasyona neden olan farklı mekanizmaları ortaya koysa da bu faktörlerin hastalığı başlatmadaki rolleri tam olarak açıklığa kavuşturulamamıştır.

1.1 Tarihçe

Multiple skleroz yaklaşık 150 yıl önce tanımlanmıştır. Hastalık ile ilgili ilk bildiri 1824'te Charles Prosper Ollivier d'Angers tarafından yayınlanmış, 1838'de Robert Carswell, 1842'de Cruveilhier, MS'in patolojik bulgularından ve MS plaklarından bahsetmişlerdir (2). Daha sonra MS'in klinik ve histolojik özellikleri Charcot tarafından ayrıntılı bir biçimde belirtilmiştir (3). 1868'de nörolojinin babası olarak bilinen Prof. Jean-Martin Charcot MS için ayrıncı olan plakları bulmuştur.



Şekil 2. MS Etiyolojisi (7)

1.2 Epidemiyoloji

MS semptomları, hastaların 2/3'ünde 20-40 yaş arasında başlamakta, nadiren 10 yaş öncesi ve 60 yaş sonrası görülmektedir. Kadınlarda görülme olasılığı erkeklerdekinin yaklaşık 2 veya 3 kat fazlasıdır. Çocuklarda sıklık ise daha düşüktür (4).

MS'in görülme sıklığı farklı coğrafi bölgelerde çeşitlilik göstermektedir. Güney yarım kürede, kuzeyden güneye doğru; kuzey yarım kürede ise güneyden kuzeye doğru gidildikçe hastalığın görülme sıklığı artmaktadır (Şekil 1) (5).

1.3.Etyoloji

MS hastalığının tanımı 150 yıl öncesinde yapılmış olmasına rağmen nedeni hala tam olarak bilinmemektedir. Üzerinde durulan yaygın görüş ise, genetik olarak yatkın bireylerde, yaşamın erken dönemlerinde karşılaşılan bir tetikleyicinin, otoimmün mekanizmayı zaman içinde uyarak demiyelinizasyona neden olmasıdır (Şekil 2) (7).

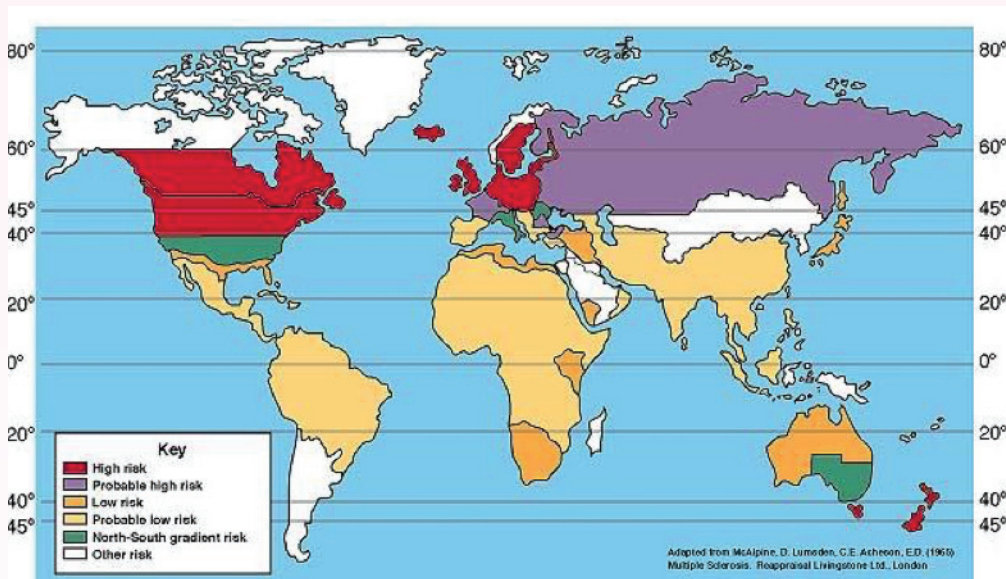
1.3.1. Genetik Etkiler

Bazı ırklarda MS'in daha yüksek olması, ikizlerde görülme oranının yüksek olması ve MS'lilerin birinci derece yakın akrabalarında MS'in daha sık görülmesi gibi nedenlerle genetik etkenlerin önemi giderek değer kazanmaktadır.

1.3.2. Otoimmünite

Otoimmünite; immün tolerans veya immüno-lojik tolerans, bağışıklık sisteminin bir antijene zarar vermediği genel bir süreçtir. MS ve diğer otoimmün hastalıkların bu tolerans kaybı sonucu geliştiği düşünülmektedir (8).

MS hastalarında, miyelin basic protein (MBP), proteolipit protein (PLP) ve miyelin oligodendrosit glikoprotein (MOG) gibi miyelin antijenlerine karşı aktive olmuş otoreaktif T hücreler ve otoantikorlar görülmüştür (22). Araştırmacıların büyük çoğunluğu MS'i bir CD4+ T helper 1 (Th1) ilişkili



Şekil 1. Tüm dünyada MS hastalığının sıklığındaki coğrafi farklılıklar (6)

enflamatuar demiyelinizan otoimmün hastalık olarak değerlendirilmektedir (9,10).

MSS'de yer alan proinflamatuar çevre MHC molekülünün, kostimülatör moleküllerin, inflamatuvar sitokinlerin bu alanda artışına neden olur. Yüzeysel (perifer) lenfoid dokuda yerleşimli olan T ve B hücreleri MSS'den salınan ya da yabancı antijenlerle çapraz tepkime veren antijenlerle tetiklenirler. Dendritik hücreler, T hücreleri için kuvvetli uyarıcı özelliği taşırlar. Klonal ifade sonrasında T ve B hücreleri MSS'ne infiltrasyon olurlar. Klonal ifadeye uğramış olan B hücreleri, olgun B hücrelerine döner ve yüksek miktarda IgG'leri salar. Bu antikorlar, eriyebilir durumda olan ya da zara bağlı antijenlere bağlanırlar. Klonal ifadeye uğramış CD8 T hücreleri beyne göç eder ve MHC sınıf I molekülleri taşıyan glia ya da nöronlar üzerinde bulunan özgün peptid bağlanan bağlayıcılara bağlanırlar. Bu hücreler üzerindeki özgün MHC-peptid bileşenlerinin tanınması, bunları tanıyan hücrelerde hasara yol açar. CD4+ T hücreler, MSS'ne göç ederek mikrogial hücreler üzerinde olan antijenleri taşırlar. Bu hücrelerin tekrar etkinleşmesi iltihabi sitokin yanıtlarının oluşumuna neden olur. Bu sitokinler, makrofajlar gibi diğer bağışıklık hücrelerini alana çeker ve bu hücreler aracılığı ile miyelin kılıfının doğrudan doğruya fagositik hasarını başlatırlar (Şekil 3) (11).

1.3.3 Çevresel Etkiler

Çocukluk ve ergenlik döneminde karşılaşılan viral enfeksiyonlar (retrovirüs, herpes simplex, parainfluenza, kızamık), beslenme ya da sigara gibi çevresel faktörlerin yıllar sonra MS'i tetikleyebileceği düşünülmektedir(4).

1.4 Patoloji

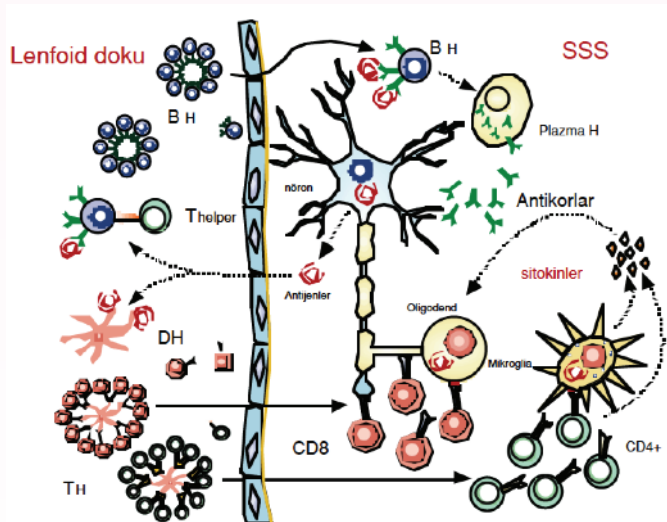
MS'in hastalık sürecinde immün disregülasyonu önemli rol oynar.

MS patolojisi; beyin ve spinal kordda fokal primer demiyelinizan plaklar ve inflamatuvar bir süreç şeklinde iki farklı yüzü olan bir hastalık olarak tanımlanmaktadır. İnflamasyon; T hücreleri, aktive makrofaj veya mikrogia hücreleri tarafından oluşturulur. Aktif lezyonlarda bu inflamatuvar süreç; kan beyin bariyeri yıkımı, proinflamatuar sitokinler ve kemokinlerin lokal ekspresyonu ile birliktedir. Demiyelinizasyona değişik derecelerde akut aksonal yıkım ve aksonal kayıp eşlik eder (12).

2. İNSÜLİN DİRENCİ

İnsülin karaciğerde glikoneogenezi ve glikojenolizi inhibe ederek, hepatik glukoz üretimini baskılar. Glukozu kas ve yağ dokusu gibi, periferik dokulara taşıyarak, glikojen olarak depolanmasını ya da enerji üretmek üzere, okside olmasını sağlar (13). İnsülin ayrıca serebral glukoz metabolizmasında, peptid ve nörotransmitter regülasyonunda, inflamatuvar ağ modülasyonunda rol alır (14).

İnsülin direnci, insülinin glukozu hücre içine gönderme etkisinin azalması veya kaybolması olayıdır. Bu olay sonunda kanda artan glukoz, insülin salgılama mekanizmasını uyarır. Böylece hiperglisemi ve hiperinsülinemi birlikte oluşur. Bu özellik insülin direncinin en önemli tablosudur. İnsülinin karaciğer, kas ve yağ dokusundaki etkilerine karşı direnç oluşarak, karaciğer kaynaklı glukoz yapımı artar. Kas ve yağ dokusuna insülin aracılığıyla olan glukoz alımı azalır (Tablo 1) (13).



Şekil 3. MS'de bağışıklık yanıtları (11).

Tablo 1. İnsülin Direnci Etiyolojisi (13)

Subkutan ve abdominal yağ dokusu artışı
İnsülin reseptörlerinin duyarlılığında azalma
Hücre içi glikoz alımında azalma
Hiperglisemi
β -cells insülin salgısı
Hiperinsülinemi
Proinflamatuvar sitokin salınımı

2.1 Multiple Skleroz Ve İnsülin Direnci

İnsülin direnci ile oluşan hiperinsülinemi TNF- α , CRP ve IL-6 gibi inflamatuvar faktörlerin salınımında artışa neden olan proinflamatuvar bir durumdur (15,16). İnsülin direnci aynı zamanda hücre içi insülin sinyalizasyonunu bozarak sağ kalım yollarını baskılaması ve apoptozisi teşvik etmesi olasıdır. Apoptozis; kaspazların aktivasyonu aracılığı ile meydana gelen programlı, fizyolojik hücre ölüm sürecidir. Apoptozis nöronlar için de merkezi sinir sisteminin gelişimi esnasında nörogenesis açısından önemli bir süreçtir. (17).

Son 10 yıl öncesine kadar beyin insüline duyarlı bir organ bilinmekteydi. Santral sinir sisteminde insülin ve insülin reseptörlerinin varlığını kanıtlayan çalışmalar bu bakış açısını değiştirmeye başlamıştır. İnsülinin beyindeki rolüne bağlı olarak disregülasyonunun Alzhemier, Parkinson ve Huntington gibi hastalıklarda, hastalığa spesifik ya da genel mekanizmayı bozarak nörodejenerasyonu tetiklediği görüşü bir çok çalışmaya konu olmuştur (18). Bu çalışmalardan birinde, sıçan hipokampusunda ve medial temporal kortekste insülin reseptörlerinin lokalizasyonun varlığı, insülinin hafızayı etkilediği kanıtını ortaya konmuştur (19).

İnsülin, kan beyin bariyerinden insüline duyarlı reseptörler aracılığıyla santral sinir sisteminde kolaylıkla geçebilmektedir. İnsülin direnci ile oluşan periferik hiperinsülinemi tablosu kan beyin bariyerindeki insülin reseptörlerinin regülasyonunu bozarak santral sinir sisteminde hiperinsülinemiye yol açmaktadır(20).

İnsülin direncinin yol açtığı gerek inflamatuvar etki gerekse nöron apoptotik etki, inflamatuvar ve nörodejeneratif bir hastalık olan MS etyolojisine uymaktadır. Oliveria ve ark.'nın 2013 yılında yaptıkları bir çalışmada MS'te insülin direncinin disabilite üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonunda insülin direnci olan MS hastaları ile

EDSS skoru, oksidatif stress markerları, IL-6 ve IL-17 arasında pozitif korelasyon olduğu görülmüştür (21).

Penesova ve ark.'nın 2015 yılında MS ve hiperinsülinemi üzerine yaptıkları çalışmada EDSS skor ortalaması 1.1 olan 19 MS hastasının ve 19 sağlıklı bireyin insülin cevabı ve insülin hassasiyeti değerlendirilmiştir. MS hastalarında oral glukoz tolerans testi cevabı artmış, insülin hassasiyeti ise düşük bulunmuştur. Çalışma sonucunda HDL, LDL, IL-6, TNF, Leptin ve adinopektin değerlerinde gruplar arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Bu sonuçlar neticesinde insülin direncinin disabilite üzerinde etkisi olabileceği görüşünü desteklemiştir (22).

2.2 İnsülin Direnci Ve Egzersiz

İnsülin direnci için en uygun tedavi yöntemi sağlıklı beslenme, düzenli egzersiz ve kilo kaybının temini için yaşam şekli değişikliğinin sağlanmasıdır. Bu uygulamalar yetersiz kaldığında ise insülin duyarlılığını artırıcı farmakolojik tedavi gerekmektedir (23,24).

Yapılan çalışmalar VO₂max %50-70 yoğunluğunda 8 hafta süreli, haftada 3 gün sıklığında yapılan aerobik egzersizlerin insülin direncinde etkin olduğunu göstermektedir(25). Ayrıca ek-sentrik egzersizlerin konsentrik egzersizlere göre insülin direnci üzerinde daha etkili olduğu belirtilmiştir(26).

İnsülin direnci olan MS hastalarının egzersize cevabının araştırıldığı bir çalışmada, EDSS skoru 3.3 olan 19 MS hastası 24 hafta boyunca düşük yoğunluklu egzersiz(treadmill) programına dahil edilmiştir. Çalışma sonucunda egzersiz programına alınmayan grup ile çalışma grubu arasında glikoz toleransı açısından anlamlı fark bulunamamıştır (27). Yine aynı araştırma ekibinin 2017 yılında MS hastaları üzerinde yaptıkları çalışmada yüksek yoğunluklu aerobik egzersizin glikoz toleransı üzerine etkisi araştırılmıştır. Çalışma EDSS skor ortalaması 2,5 olan MS hastalarına yüksek yoğunluklu intervall egzersiz ile yüksek yoğunluklu sürekli egzersiz eğitimi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda yüksek yoğunluklu intervall egzersiz ile yüksek yoğunluklu sürekli egzersiz eğitiminin glikoz toleransını arttırdığı, ancak yüksek yoğunluklu sürekli egzersiz eğitimi verilen grupta insülin cevabının azaldığı görülmüştür(28).

3. SONUÇ

Bir çok nörodejeneratif hastalığın etyolojisinde araştırılma insülin direncinin MS etyolosinde

de rol aldığı düşünülmektedir. İnsülin direncinin en önemli tedavi yöntemlerinden biri ise egzersiz eğitimidir. Başta yorgunluk olmak üzere bir çok nörolojik semptomu olan MS hastalığının rehabilitasyon sürecini planlayan fizyoterapistlerin, insülin direncini de göz önünde bulundurması gerekmektedir. İnsülin direnci olan MS hastalarında yüksek yoğunluklu ve eksentrik egzersiz programının etkinliğinden söz edilse de bu programların hastalar üzerinde yaratabileceği yorgunluk ve stres hormonu gibi faktörlerin iyi değerlendirilmesi ve gelecek çalışmalarla desteklenmesi gerekmektedir.

4. KAYNAKLAR

1. Confavreux C, Vukusic S, Adeleine P. (2003) Early clinical predictors and progression of irreversible disability in multiple sclerosis: An amnesic process. *Brain*, 126, 770-782.
2. Murray TJ, Carswell R. (2009) The first illustrator of MS. *Int MS J*, 16, 98-101.
3. Charcot JM. (1868) Histologie de la sclerose en plaques. *Gaz hop civils et militaires*, 14, 554-555.
4. Ropper A, Brown R. (2006) Multiple skleroz ve ilişkili demiyelinizan hastalıklar. *Adams and Victor's Principles of Neurology*. 8. Türkçe Baskı. İstanbul: Güneş Kitabevi, 771-793.
5. Allen I, Brankin B. (1993) Pathogenesis of multiple sclerosis the immune diathesis and the role of viruses. *J Neuropathol Exp Neurol*, 52, 95-102.
6. http://library.med.utah.edu/kw/ms/mml/ms_world.html.
7. Rowland PL. (2008) Multiple Skleroz. *Merritt's Neurology*. 11. Türkçe Baskı. İstanbul Güneş Kitabevi, 941-961.
8. Eraksoy M, Demir A. (2004) Merkezi sinir sisteminin myelin hastalıkları. *Nöroloji İstanbul Tıp Fakültesi Temel ve Klinik Bilimler Ders Kitapları, İstanbul. Nobel Tıp Kitabevi*, 505-533.
9. Hafler DA, Slavik JM, Anderson DE. (2005) Multiple Sclerosis. *Immunological Reviews*, 204, 208-231.
10. Martin R, McFarland HF, McFarlin DE. (1992) Immunological aspects of demyelinating diseases. *Annu Rev Immunol*, 10, 1153-1187.
11. Kurne A, Aydın ÖF, Karabudak R. (2006) Multipl Skleroz Patogeneğinde basamaklar-I: Nöroinflamasyondan Nörodejenerasyona. *Türk Nöroloji Dergisi*, 12, 5-13.
12. Lassmann H, Brück W, Lucchinetti C. (2007) The immunopathology of multiple sclerosis: An overview. *Brain Pathol*, 1750-3629.
13. Scott M, Grundy MD, James I, et al. (2005) Diagnosis and management of the metabolic syndrome. *Circulation*, 112 (17), 2735-52.
14. Watson GS, Craft S. (2006) Insulin resistance, inflammation, and cognition in Alzheimer's Disease: lessons for multiple sclerosis. *J Neurol Sci*, 15, 245 (1-2), 21-33.
15. Gerenli M, Tuğrul A, Demir M, et al. (2008) The relationship between proinflammatory cytokine levels and fibrinolytic system in obese patients. *Balkan Med J*, 25 (1), 44-51.
16. Al-Karkhi IH, Ibrahim AE, Yaseen AK. (2013) Levels of Insulin, IL-6 and CRP in patients with unstable angina. *Adv Clin Exp Med*, 22 (5), 655-8.
17. Luo S, Rubinsztein DC. (2013) BCL2L1/BIM: A novel molecular link between autophagy and apoptosis. *Autophagy*, 9 (1), 104-5.
18. Watson GS, Craft S. (2004) Insulin and neurodegenerative disease: shared and specific mechanisms. *Lancet Neurol*, 3, 169-78.
19. Singh BS, Rajakumar PA, Eves EM, Rosner MR, Wainer BH, Devaskar SU. (1997) Insulin gene expression in immortalized rat hippocampal and pheochromocytoma-12 cell lines. *Regul Pept*, 69, 7-14.
20. Wallum BJ, Taborsky GJ, Porte D, et al. (1987) Cerebrospinal fluid insulin levels increase during intravenous insulin infusions in man. *J Clin Endocrinol Metab*, 64, 190-94.
21. Oliviera S, Simao A, Kallaur A, Almeida E, Morimoto H, Lopes J, Dichi I, Kaimen-Maciél D, Reiche E. (2014) Disability in patients with multiple sclerosis: Influence of insulin resistance, adiposity, and oxidative stress. *Nutrition*, 30, 268-273.
22. Penesova A, Vleek m, Imrich R, Vernerova L, Marko A, Meskova M, Grunnerova L, Turcani P, Jezova D, Kollat B. (2015) Hyperinsulinemia in newly diagnosed patients with multiple sclerosis. *Metab Brain Dis*, 30, 895-901.
23. Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, et al. (2005) Diagnosis and management of the metabolic syndrome. An American Heart Association/National Heart, Lung, and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation*, 112 (17), 2735-52.
24. Thorell A, Hirshman MF, Nygren J, et al. (1999) Exercise and insulin cause GLUT-4 translocation in human skeletal muscle. *Am J Physiol*, 277 (4), 733-41.
25. Keshe T, Coker R. (2015) Exercise Training and Insulin Resistance: A Current Review. *J Obes Weight Loss Ther*. 5, 0-5.
26. Chen T, Tseng W, Huang G, Chen H, Tseng K, Nosaka K. (2017) Superior Effects of Eccentric to Concentric Knee Extensor Resistance Training on Physical Fitness, Insulin Sensitivity and Lipid Profiles of Elderly Men. *Frontiers in Physiology*, 8, 1-11.
27. Wens I, Hansen D, Verboven K, Deckx N, Kosten L, Stevens ALM, Cools N, Eijnde BO. (2015) Impact of 24 weeks of resistance and endurance exercise on glucose tolerance in persons with multiple sclerosis. *Am J Phys Med Rehabil*, 94 (10), 838-47.
28. Wens I, Dalgas U, Vandenabeele F, Verboven K, Hansen D, Deckx N, Cools N, Eijnde BO. (2017) High Intensity Aerobic and Resistance Exercise Can Improve Glucose Tolerance in Persons With Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Trial. *Am J Phys Med Rehabil*, 96 (3), 161-166.

Serebral Palsi'de Unutulan 6. Duyu Proprioepsiyon

Uzm. Fzt. Bilge Nur Yardımcı

Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Gelişimsel ve Erken Fizyoterapi Ünitesi

E-mail: bilgenuryardimci@hacettepe.edu.tr / bilgenuryardimci@gmail.com

ÖZET

Serebral Palsi (SP), en sık görülen çocukluk çağı özürlerinden birisidir. SP genel olarak başlıca motor bozukluk olarak tanımlanmasına karşın, SP'nin çoğunlukla somatosensori bozukluklarla da ilişkisi olduğu uzun yıllardır belirtilmektedir. SP'li bireylerde proprioepsiyon duyusu yetersizliğinin motor performans ile doğru ilişkili olduğu üzerinde durulmaktadır. Proprioseptif bozukluk, birçok günlük yaşam aktivitesinin dahil olduğu becerileri etkileyerek SP'li bireyler üzerinde negatif etkilere sahiptir. Hareketin gerçekleştirilmesindeki önemi bilinmesine rağmen literatüre bakıldığında SP'li bireylerde proprioepsiyon ile ilgili yapılan çalışma sayısının kısıtlı olduğu görülmektedir. Günümüzde proprioepsiyonun değerlendirilmesi açısından çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. SP'li bireylerde proprioepsiyon ile ilgili tedavi yaklaşımlarına bakıldığında kanıta dayalı uygulama bulunmamaktadır. Ancak yapılan çalışmalarda uygulanan tedavi yaklaşımlarının proprioepsiyonun gelişmesinde rol oynadığı görülmektedir. Tedavi programına dahil edilen SP'li bireylerin proprioepsiyon açısından da değerlendirilmesi ve programlarının buna yönelik düzenlenmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Serebral Palsi, Kinestezi, Proprioepsiyon

ABSTRACT

Cerebral palsy (CP) is one of the most common disability in childhood. Although CP is generally defined as the primary motor impairment, it has been reported that CP is mostly associated with somatosensory disorders for many years. It is underlined that insufficiency of proprioception in individuals with CP is directly related to motor performance. Proprioceptive disorders have negative effects on individuals with CP by affecting the performance of many of the skills involved in daily life activity. However, despite the fact that the importance of carrying out movements is known, it is seen that the number of studies is limited in the literature on proprioception in individuals with CP. Today, various methods are used for the evaluation of proprioception. There is no evidence-based practice when treatment approaches related to proprioception in individuals with CP are taken into consideration. However, it is observed that the treatment approaches applied in the studies have a role in the improvement of proprioception. Individuals with CP included in the treatment program are also assessed from proprioception and it is recommended that their programs be regulated accordingly.

Key Words: Cerebral Palsy, Kinesthesia, Proprioception

1. GİRİŞ

Serebral Palsi (SP) klasik ve genel olarak başlıca motor bozukluk olarak tanımlanmasına karşın SP'nin çoğunlukla epileptik nöbetler, büyüme bozuklukları ve somatosensoriyal bozukluklarla da ilişkili olduğu bilinmektedir (1). SP'li çocuklarda somatosensoriyal bozukluklar ilk kez 1950'li yıllarda yüksek bir prevalansta olduğu bilgisi ile rapor edilmiştir (2-4). O yıllarda yapılan bu çalışmalarda spesifik bir bozukluk olarak "proprioepsiyon duyusu" vurgulanmıştır. Proprioepsiyon duyusu kinestezi ve eklem pozisyon duyusu olmak üzere iki komponentten oluşan karmaşık bir somatosensoriyal modalite olarak

tanımlanmaktadır (5,6). Ancak son yıllarda yayımlanan bir derlemede proprioepsiyon duyusunun hala gizemli olduğu çünkü büyük oranda bu duyumuzdan tam olarak haberdar olmadığımız belirtilmiştir (5). Proprioepsiyonun günlük yaşam aktiviteleri olan koşma, zıplama, yazı yazma gibi motor becerilerin gerçekleştirmesini sağlayan mekanizmadaki önemi ortaya konmuştur (7). SP'li bireylerde geçmişten günümüze bakıldığında proprioepsiyonun yetersiz olduğu vurgulanmaya devam etmektedir. Ancak özellikle SP'li bireylerle yürütülen, proprioepsiyon değerlendirme yöntemleri ve proprioepsiyonun geliştirilmesine yönelik tedavi yaklaşımlarıyla ilgili çalışma sayısının da kısıtlı olduğu görülmektedir.

2. PROPRIOSEPSİYON

Beyin ve ekstremiteler arasındaki bağlantı için anatomik temel ilk olarak 1826'da İskoç Fizyolog Charles Bell tarafından tanımlandı. Bell tanımlamasında "beyin ve kaslar arasında sinir daresi olduğunu; bir sinirin (ventral kökler) beyindeki etkiyi kasa ilettiğini, diğerinin (dorsal kök) kasın durumu ile ilgili duyuyu beyne ilettiği" ifadesini kullanmıştır (8). Bell'in görüşüne göre "kas duyusu", kaslardan beyne giden afferent yol ve beyinden kaslara doğru efferent yollardan oluşan, beyin ile kaslar arasında kapalı döngü sistemine dayanmaktaydı (9). Bundan 60 yıl sonra İngiliz anatomist ve patolog Henry Bastian iki Yunanca "kinein" (hareket) ve "aisthesis" (duyu) sözcüklerinden türeyen "kineethesia" (kinestezi) terimini ortaya çıkarmıştır. Bastian bu kompleks duysal etki vasıtasıyla ekstremitelerin konumları ya da hareketleri hakkında bilgi sahibi olduğumuzu ve bunun sayesinde beynin hareket performansında büyük oranda bilinçsiz bir yol gösterici olmasının da mümkün olduğunu ifade etmiştir (10). Daha sonra, 1906 yılında İngiliz nörofizyolog Sir Charles Sherrington tarafından, kişinin vücudunun herhangi bir parçasının bulunduğu yeri istediği zaman öğrenmesini sağlayan eklem, tendon ve kaslarda mevcut reseptörlerden alınan sensori bilgiler için Latince "proprius" (kendi kendine) ve "perception" (algı) kelimelerinin kombinasyonundan "proprioception" (propriosepsiyon) kelimesi türetilmiştir. Sherrington propriosepsiyona; eklem ve vücut hareket algısının yanı sıra vücudun veya vücut segmentlerinin uzaydaki konumunun algılanışı olarak değerlendirmiştir (11).

Günümüzde yayınlanan literatürde "proprioception" ve "kinestezi" terimleri kullanılmaya devam etmektedir (9). Ancak nöroloji, nörofizyoloji, nöropsikoloji ve ortopedi cerrahi gibi alanlardaki farklı uzmanlar iki terimi farklı şekillerde yorumlamaktadırlar. Bununla birlikte genel görüş olarak kinestezi propriosepsiyonun alt modüllerinden birisi olarak kabul edilmekte ve bir

yapı olarak propriosepsiyonun, hem eklem pozisyon duygusu hem de eklem hareket duygusunu (kinestezi) içerdiği düşünülmektedir (12-14).

Sağlam propriosepsiyon optimal motor kontrol için zorunludur (15). Zıplama, koşma, düzgün bir şekilde yazı yazma gibi günlük yaşam aktivitelerinin gerçekleştirilmesinde önemli rol oynamaktadır. Gerçekleştirilen hareketin yönünü hızlı bir şekilde değiştirmeyi sağlayan çevikliği, stabiliteyi sağlayan dengeyi ve aktiviteyi doğru, ahenkli yapmayı sağlayan mekanizma proprio-sepsiyondur (7).

Propriosepsiyon merkezi sinir sisteminin (MSS) her seviyesinde işlenir ve iskelet kaslarının aktivasyon paternlerini koordine eden nihai bir motor komut ile sonuçlanmadan önce diğer somatosensoriyal, görsel ve vestibüler bilgilerle bütünleştirilir (16,17). İyi uyarlanmış motor hareketler, tüm duyu sistemlerinden propriosepsiyonun da dahil olduğu, özellikle görsel, vestibüler ve somatosensoriyel sistemlerden sağlam ve iyi entegre edilmiş bilgi gerektirir (16).

2.1 Proprioseptörler

Propriosepsiyon, mekanoreseptörler olarak adlandırılan özel sinir uçları tarafından sağlanan duysal bilgilerin bir ürünüdür, diğer bir deyişle mekanik uyarıları MSS'ye iletmek için aksiyon potansiyellerine dönüştüren transdüserler olarak tanımlanabilir (18,19). Propriosepsiyona spesifik olarak katkıda bulunan mekanoreseptörler, proprioseptörler olarak adlandırılır ve kas, tendon, eklem ve fascia'da bulunurlar, derideki reseptörler de propriosepsiyona katkıda bulunabilir (18).

2.1.1 Eklem Mekanoreseptörleri

Her biri farklı şekil, eşik seviyeleri, konumlar ve adaptif özellikler gösteren dört tip eklem mekanoreseptörü vardır (Tablo 1). Fonksiyonel özellikleri bakımından adaptasyon sürelerine bakıldığında; yavaş adaptasyon (YA) veya hızlı

Tablo 1. Eklem Mekanoreseptörleri (20)

Tipleri	Mekanoreseptörlerin Adları	Fonksiyonel Özellikleri		
Tip I	Ruffini Sonlanmaları	Düşük Eşik Değeri	Yavaş Adaptasyon (YA)	Statik ve Dinamik
Tip II	Pacini Korpüskülleri	Çok Düşük Eşik Değeri	Hızlı Adaptasyon (HA)	Dinamik
Tip III	Golgi Tendon Organı(GTO) benzeri sonlar	Yüksek Eşik Değeri	Yavaş Adaptasyon (YA)	Dinamik
Tip IV	Serbest Sinir Uçları	Yüksek Eşik Değeri	Yavaş Adaptasyon (YA)	

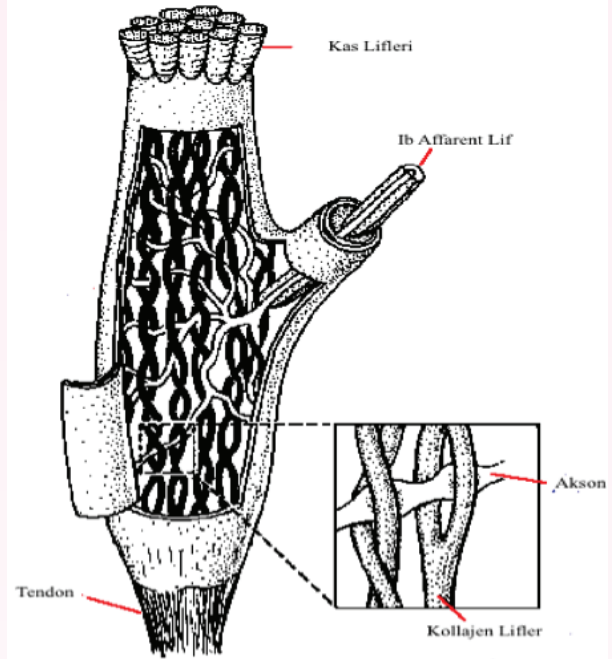
adaptasyon (HA) özelliği gösteren ve uyarılma eşiklerine bakıldığında düşük eşik değerine sahip olanlar ve yüksek eşik değerine sahip olanlar olarak ayrılmaktadırlar. Bunlarla birlikte; ruffini sonlanmaları eklem rotasyon hızı ile amplitüdüne (dinamik) ve eklem pozisyonuna (statik); pacini korpüskülleri eklem hareketine (dinamik); Golgi Tendon Organı (GTO) benzeri sonlar eklem immobil olduğunda sessiz kalırken aşırı eklem hareketine (dinamik); son olarak serbest sinir uçları ise eklem dokularına hasar verici mekanik deformasyona duyarlıdırlar (20).

2.1.2 Teno-musküler Mekanoreseptörler

Kas içiği ve GTO teno-musküler mekanoreseptör grubuna girmektedir (20).

Kas içiği; iskelet kasında bulunur ve YA mekanoreseptörlerdir (Şekil 1). Kasın uzunluğuna ve kasın uzunluk değişim hızına duyarlıdır (20). Ektrafuzal kas liflerine paralel olarak tüm iskelet kaslarında bulunan kas içiği, propriozeptasyonun en önemli kaynağı olarak düşünülür (21). Kas içikleri oldukça hassastırlar ve yoğunlukları vücudun her yerinde geniş çeşitlilik gösterir (22). Kas içiği gama motor nöronlar tarafından inerve edilir. Asıl önemli olan kas içiklerinin duyarlılığının, intrafuzal kas liflerinin polar uçlarının gama motor nöronlar tarafından inervasyonu ile ayarlanabilmesidir (23). Gama motor nöronlardan gelen sinyal artışı kas kontraksiyonunu başlatmaz fakat kas içiklerinin gerilmeye karşı duyarlılığını artırır (20). Uyarıldığında, kas içikleri kas uzunluğundaki değişikliklerden kaynaklı eklem hareketi ve pozisyonu hakkında bilgi iletir (20). Ayrıca agonist kasların refleks kontraksiyonunu da ortaya çıkarabilirler. Bu germe refleksi olarak bilinen kas içiklerinin kas aktivitesiyle ortaya çıkan mekanizmasıdır (20).

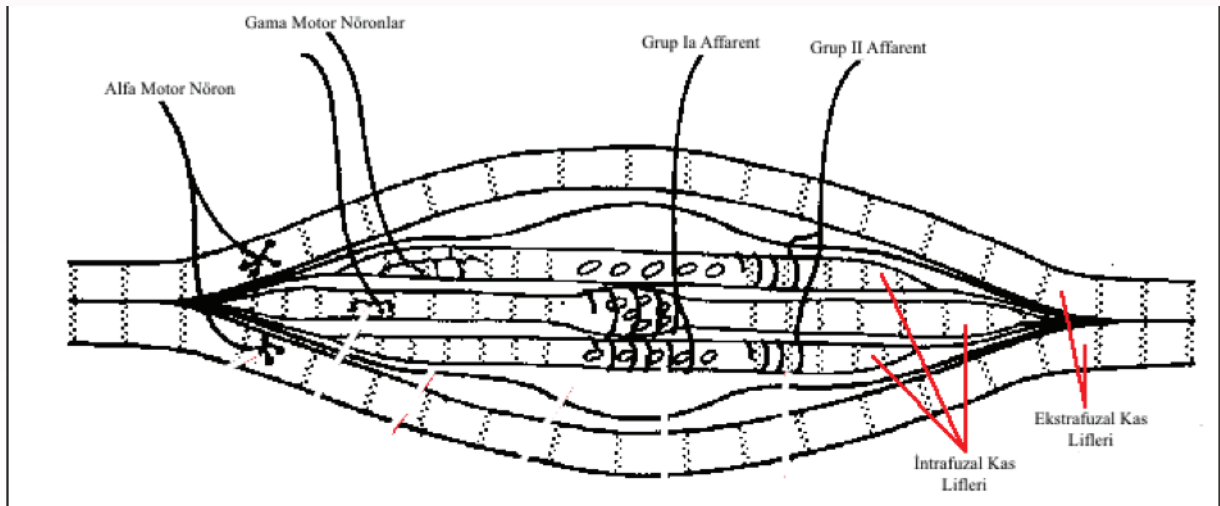
Golgi Tendon Organı (GTO); kas-tendon kavşağı yakınında bulunur ve YA mekanoreseptörlerdir (Şekil 2) (20). Kas gerilimine duyarlıdırlar (20). Yüksek kas gerilimiyle uyarıldığında, ilgili kasın refleksif inhibisyonuna (gevşeme) neden olurlar (20).



Şekil 2. Golgi Tendon Organı (24)

2.1.3 Deri Mekanoreseptörleri

Deri afferentlerinin başlıca rolü diğer propriozeptif girdilerin etkilerini arttırmaktır. Örneğin, bilek ve parmakların dorsal derisinde bulunan reseptörler bilek ve parmak hareketleri hakkında bilgi sağlayabilir (20).



Şekil 1. Kas içiği (24)

2.2 Nöral Yollar

Proprioseptif bilgi spinal seviyede, beyin sapında ve kortikal merkezlerin yanında subkortikal serebral çekirdekler ve serebellumda işlenir (21). Bu bilgi çoğunlukla birkaç çıkan yolla medulla ve talamusa, daha sonra somatosensoryal kortekse (şuurlu proprioepsiyon); veya spinal çekirdek yoluyla serebelluma (şuursuz proprioepsiyon) aktarılır (21).

Dorsal kolon-medial lemniscus yol serebral kortekse şuurlu proprioepsiyon bilgisini taşır. Dorsal kolonlar, dorsal kök gangliyon hücrelerinin büyük miyelinli aksonlarının çıkan dalları tarafından oluşturulur. Bu aksonlar her spinal segment seviyesinden girer ve dorsal kolon çekirdeklerinden birinde sinaps için kaudal medullaya kadar rostral olarak yol alır; gracilis çekirdeği, bacaklar ve vücudun alt kısmından bilgi alır; cuneatus çekirdeği ise, kollar ve vücudun üst kısmından bilgi alır (Şekil 3) (21).

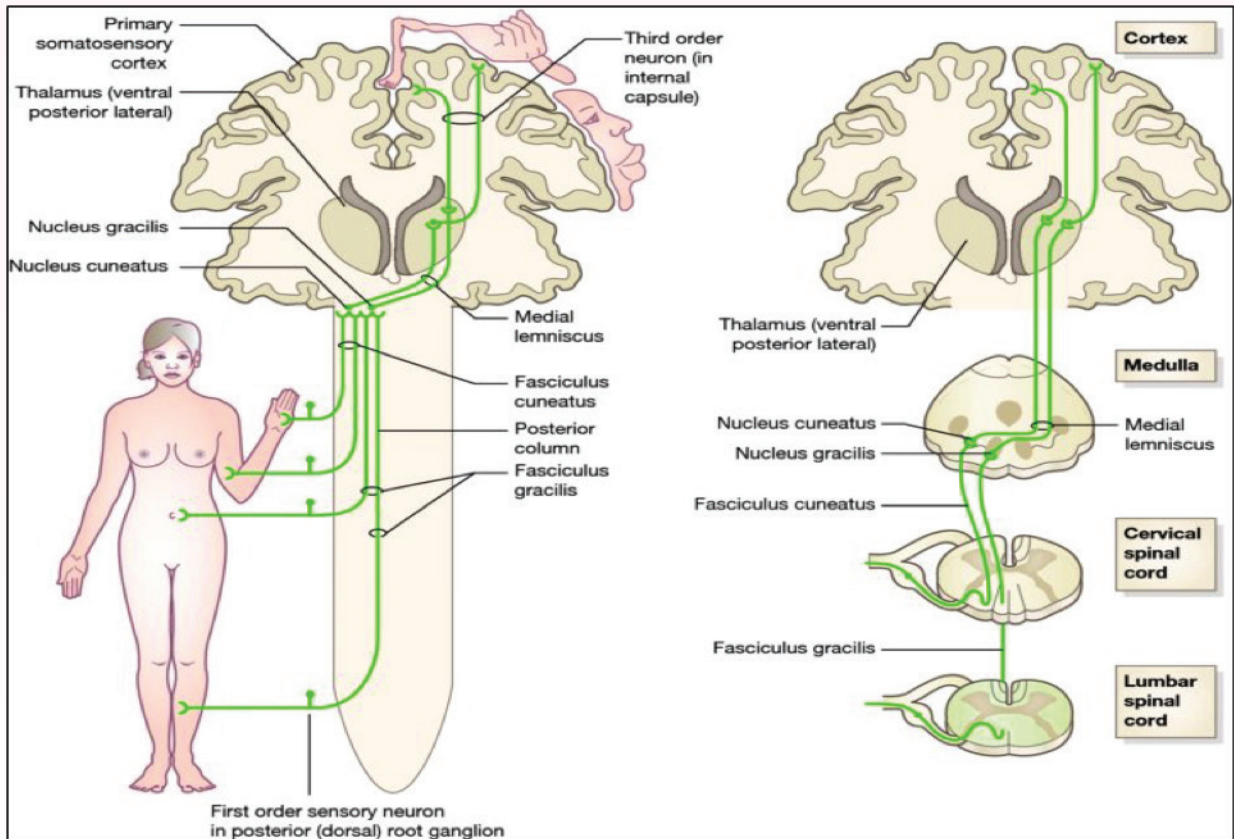
Spinocerebellar yol serebelluma şuursuz proprioepsiyon bilgisini taşır. Gövde ve bacağın alt kısmı için, dorsal kök gangliyon hücreleri dorsal çekirdeklerde sinaps yapar ve inferior serebellar pedinkül vasıtasıyla serebelluma giren dorsal spinocerebellar yolu funiculus graciliste oluşturur. Ventral spinocerebellar yol da aynı zamanda alt

ekstremitelerden girdi sağlayarak superior serebellar pedinkül vasıtasıyla serebelluma girer. Üst ekstremiteler için ise servikal spinadan çıkan dorsal kök gangliyonları cuneoserebellar yolu oluşturarak eksternal cuneate çekirdeğine fasciculus cuneate içinde çıkar ve inferior cerebellar pedinkül vasıtasıyla serebelluma girer (21).

3. PROPRİOEPSİYONUN DEĞERLENDİRMESİ

Proprioseptif mekanizmaları incelemek için literatürde farklı teknikler bildirilmiştir (9). Proprioepsiyonun değerlendirilmesi için üç temel test tekniği vardır (9). Bunlar; (i) pasif hareketi algılama eşiği (TTDPM) (26), (ii) eklem pozisyon eşleştirme (JPR) (27) ve (iii) aktif hareket derecesini belirleme değerlendirmesi (AMEDA) (28). Bu testler farklı konseptlerden geliştirilmiş, farklı test koşulları altında yürütülmüş ve proprioseptif modalitelerin farklı yönlerini tartışmalı olarak değerlendirmiştir (29,30).

TTDPM yöntemi; uygulayıcı tarafından kontrol edilen cihaz ile farklı hızlar kullanılarak önceden belirlenmiş bir yönde izole edilmiş bir gövde parçasını hareket ettirerek vücudun çeşitli yerlerinde kullanılmıştır (31,32). Hıza bağlı farklılıklar



Şekil 3. Şuurlu Proprioepsiyon Çıkan Yollar (25)

tespit edilmiştir, bireyler tipik olarak uygulanan kuvveti belirlemek için daha yavaş hızlarda daha yüksek eşik değeri göstermişlerdir (31). Test prosedüründe incelenen vücut parçası önceden saptanmış bir yönde pasif olarak hareket ettirilir. Katılımcılardan hareketi ve yönü algıladıklarında bir durdurma düğmesine basmaları istenir. Daha sonra algıladıkları hareket yönünü bildirirler. Bildirilen yön yanlış ise, deneme sayılmaz ve test üç ila beş doğru cevap elde edilinceye kadar devam eder (33).

JPR yöntemi; ise hem pasif hem aktif hareket koşulları altında ipsilateral ve kontralateral ekstremitelerde hareketlerini içerecek şekilde değerlendirilebilir (34). Propriozepeyion değerlendirmesinde tanımlanan üç tür JPR görevi vardır; ipsilateral JPR (IJPR); ve iki tane kontralateral JPR (CJPR) (9). Ipsilateral JPR testinde önceden belirlenen hedef eklem pozisyonuna pasif ya da aktif olarak katılımcının değerlendirilecek vücut parçası getirilerek birkaç saniye tutulur. Daha sonra katılımcı tarafından aktif olarak ya da uygulayıcı tarafından pasif olarak eklem başlangıç pozisyonuna getirilir. Katılımcılardan önceden belirlenen ve deneyimlenen hedef eklem pozisyonunu aktif olarak ya da hareket eden vücut parçasıyla durdurma düğmesine basarak pasif olarak yeniden üretmeleri istenir. Yani katılımcılar hedef pozisyonunu hatırlamalı ve aynı ekstremitayı kullanarak pozisyonunu yeniden üretmelidirler. İki tane kontralateral JPR testinin birincisinde, hedef eklem pozisyonunu vücut parçasının alınması ve hareketin deneyimlenmesi ve tekrar başlangıç pozisyonuna dönülme kısmı ipsilateral JPR ile aynıdır, ancak burada katılımcıdan kontralateral ekstremitayı kullanarak eklem pozisyonunu üretmesi istenir. Yani katılımcı hedef eklem pozisyonunu hatırlamalı ve pozisyonu tekrarlamak için kontralateral

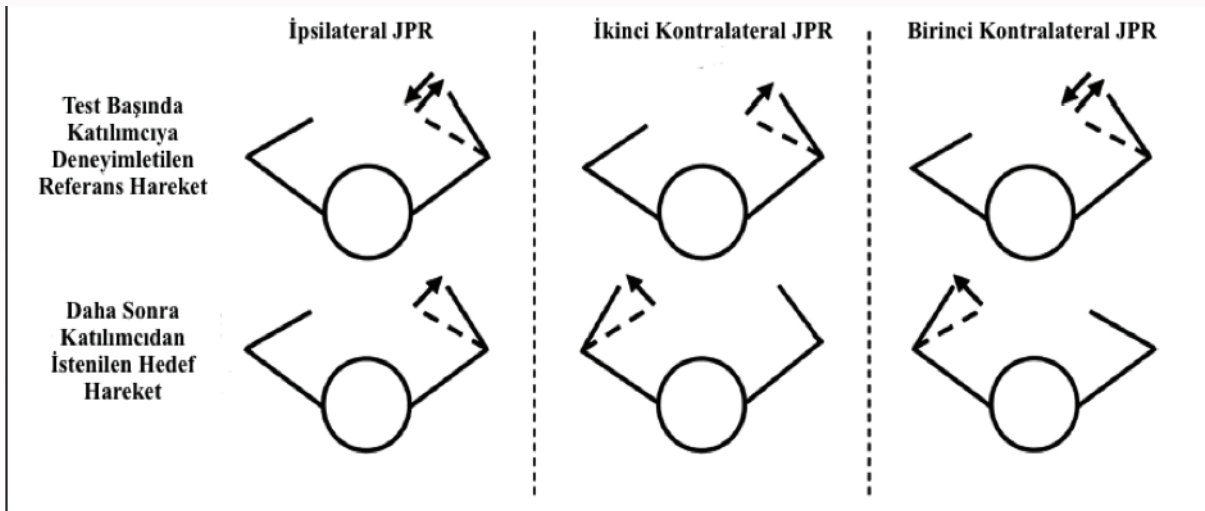
kolu kullanmalıdır. Kontralateral JPR testinin ikincisi ise, vücut parçası hedef eklem pozisyonuna getirilerek orada bırakılır. Hedef eklem pozisyonuna getirilen vücut parçası oradaki konumunu korurken bu sefer kontralateral ekstremiteden hedef pozisyonu üretmesi istenir. Yani bu ikinci kontralateral JPR testinde hedef pozisyonun hatırlanmasına ihtiyaç duyulmamaktadır (Şekil 4) (9).

AMEDA yöntemi; aktif hareket kullanılarak gerçekleştirilir (28). Her katılımcıyla, veri toplama işlemine başlamadan önce AMEDA cihazıyla alıştırmaya seansı yapılır; burada örneğin beş hareket uzaklığı en küçükten (pozisyon 1) en büyüğe (pozisyon 5) 3 kez deneyimlenir: toplamda 15 hareket denemesi yapılır. Bundan sonra katılımcılara beş pozisyon 10'ar kez rastgele sunulur ve toplam 50 hareket yaptırılır. AMEDA test protokolündeki her denemede, sabit bir hızda hareket gerçekleştirilir ve ardından başlangıç pozisyonuna geri dönlür. Gerçekleştirilen her hareketten sonra başlangıç pozisyonuna geri dönlüldüğünde katılımcılardan test hareketinin pozisyon numarası (pozisyon 1,2,3,4 veya 5) hakkında karar vermesi istenir ancak bu esnada katılımcıya doğruluğu konusunda geribildirim yapılmaz (9).

Propriozeptif mekanizmaları araştırmak için, literatürde üç teknik yaygın olarak kullanılmaktadır, ancak uygulanabilirlikleri, ekolojik geçerliliği, test geçerliliği ve veri geçerliliği farklıdır (9).

4. SEREBRAL PALSI'DE PROPRİOZEPEYİON

Çalışmalar SP'li bireylerin %70'inde deri, kas ve/veya eklem reseptörlerinin uyarılmasından kaynaklanan somatosensoriyal sinyallerin algı-



Şekil 4. Eklem Pozisyon Eşleştirme (JPR) test çeşitleri (35)

lama yeteneğinde eksiklik bulunduğunu ileri sürmüşlerdir (2-4). Yani propriosepsiyon'daki bozukluklar birincil olarak kas içiği, GTO ve eklem, deri reseptörlerinin kortekste oluşturduğu proprioseptif girdilerin etkilendiği merkezi sinir sistemi lezyonlarından dolayı meydana gelmektedir (12). Bununla birlikte SP'li bireylerde azalmış veya anormal ekstremit kullanımı ile ilişkili faktörler propriosepsiyonu etkileyen ikincil etmenler olarak sayılmaktadır. Spastisitede kas-eklem arasındaki ilişkinin bozulmasının yanı sıra kas içiğinin hassasiyetinin de etkilenmesine neden olarak propriosepsiyonu etkileyen ikincil etmen olarak belirtilmiştir (12).

Sağlam propriosepsiyon duyusu optimal motor kontrol için zorunludur (15). Hareketin üretilmesi, kazanılması ve motor becerinin geliştirilmesinde hayati bir rol oynadığı düşünülmektedir (36). Proprioseptif bozukluk, SP'li bireylerin birçok günlük yaşam aktivitelerini de olumsuz yönde etkilemektedir (37,38).

4.1 Serebral Palsi'de Propriosepsiyon Tedavisi

Hareket ve vücut pozisyonu açısından propriosepsiyon duygusunun kilit rolü nedeniyle, SP'li bireylerde propriosepsiyon yetersizliğini gidermeye yönelik tedavi yaklaşımları rehabilitasyon programına dahil edilmelidir. Ancak SP'li bireylerde somatosensoryal fonksiyonun geliştirilmesine yönelik kanıta dayalı müdahaleler günümüzde mevcut değildir (39). SP'li çocuklarda propriosepsiyonun geliştirilmesine yönelik tedavi yaklaşımları arasında önemli farklar olabilir (40). Literatüre bakıldığında SP'li bireylerde propriosepsiyonun tedavisine yönelik yapılan çalışma sayısının kısıtlı olduğunu görmekteyiz. Yapılan çalışmalara bakıldığında; uygulanan tedavi yaklaşımlarının genel olarak SP'li bireylerde gelişime neden olduğu gözlemlenmesine karşın tedavi yöntemlerinin birbirine göre herhangi bir üstünlüğü olup olmadığı söylenememektedir (35,39-42).

McLean ve ark.'ları (39) tarafından yapılan çalışmaya 5-15 yaş arası spastik hemiplejik SP'li çocuk dahil edilerek tedavi grubuna 6 hafta nöro-bilim temelli Sense© intervention uygulanmış ve değerlendirme; tedavi öncesi, tedavi sonrası, tedaviden bitiminden 6 hafta sonra takip değerlendirmesi ve tedaviden bitiminden 6 ay sonra takip değerlendirmesi olmak üzere dört kez yapılmıştır. Tedavi sonrasındaki değerlendirmelerde tedavi grubunda ekstremit pozisyon duyusu değerlendirme sonuçlarında gelişim gözlemlenmiştir. Bununla birlikte tedavi grubunda elde edilen bu kazanımın 6 ay sonraki takip değerlendirmesinde

hala devam ettiği görülmüştür. Değerlendirme sonuçlarında etkilenmiş eli bimanual görevlerde nasıl kullandığını değerlendiren *Assisting Hand Assessment* (AHA) test değerlendirme sonuçlarında da tedavi grubunda anlamlı gelişim olduğu bildirilmiştir (39). SP'li çocuklarda bir diğer çalışma ise Ko et al. (40) tarafından yapılmış ve çalışmaya 7 - 13 yaş arası bağımsız ya da yardımcı cihaz ile yürüyebilen spastik diparetik, hemiparetik SP'li bireyler dahil edilmiştir. Bu çalışmada tedavi grubundaki bireylere *tüm vücut vibrasyon* (WBV) uygulaması 3 hafta uygulanmış ve tedavi öncesinde, tedavi sonrasında değerlendirme yapılmıştır. Diz ve ayak bileğinde değerlendirilen eklem pozisyon duyusunda istatistiksel olarak iki grup arasında anlamlı farklılık bulunmasa da tedavi grubunda tedavi sonrası değerlendirmede ayak bileği eklem pozisyon duyusunda gelişim gözlemlenmiştir. Tedavi grubunun ayak bileğinde gözlemlenen bu gelişimin yanında, 2 boyutlu yürüme analizinde yürüme hızı ve adım genişliğinde de tedavi grubunda anlamlı farklılık bulunmuştur (40). Yürümenin değerlendirildiği diğer çalışma Elshazly et al. (41) tarafından 6 - 8 yaş 40 diparetik SP'li çocukta yapılmıştır. Tedavi grubuna *Nörogelişimsel Tedavi* (NDT) yanında yoğun *proprioseptif ve visuomotor eğitim* uygulanırken, kontrol grubuna sadece NDT uygulanmış ve yürüme değerlendirilmesi 3 boyutlu hareket analiz sistemiyle yapılmıştır. 12 haftalık tedavi sonrasındaki değerlendirme sonuçlarına göre hem kontrol grubu hem de tedavi grubunun tüm yürüme parametrelerinde (adım uzunluğu, adım genişliği, kadans, hız) gelişim gözlemlenmiştir. Ancak gruplar arası karşılaştırmada tedavi grubundaki gelişim kontrol grubuna göre anlamlı olarak farklı bulunmuştur (41). SP'li bireylerde yürüme paterni ile özellikle ayak bileği propriosepsiyonunun ilişkili olduğu bilinmektedir (43). Klinikte de propriosepsiyon yetersizliği olan SP'li bireylerin daha yavaş yürüdüğü ve daha küçük adımlar attığı gözlemlenmektedir (43).

Riquelme et al. (42) tarafından yapılan bir çalışmaya ise bilateral spastik, unilateral spastik, diskinetik ve ataksik SP'li yetişkin bireyler dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen tedavi grubundaki bireylere somatosensory terapi uygulanmış ve 12 hafta süren somatosensory terapi içerisinde dokunma, propriosepsiyon, vibrasyon, stereognosis bulunmakta olduğu belirtilmiştir. Tedavi sonrası yapılan değerlendirme sonuçlarında ise propriosepsiyonda gelişim bulunamamıştır. Bununla birlikte ince motor değerlendirme sonuçlarında da değişiklik gözlemlenmemiştir (42). Yetişkin SP'li bireylerde yapılan diğer çalışma Langan et al. (35) tarafından yapılmıştır. Kontrol grubu olmayan çalışmaya 12 hemiparetik SP'li bi-

rey dahil edilmiş ve hedefe yönelik unilaterale ya da bilateral uzanma hareketleri, el manipölasyon görevleri, taktik diskriminasyon ve stereognosis içeren ev temelli program 8 hafta uygulanmıştır. Uygulanan ev programı sonrasında, hata miktarını gösteren değerin düştüğü bildirilmiş ve böylece proprioseptif performansta gelişme kaydedildiği belirtilmiştir (35).

SP'li bireylerde proprioepsiyonun gelişmesi açısından klinikte kesin olarak uygulanması gereken bir tedavi yaklaşımı önerilememekle birlikte uygulanan tedavi yaklaşımlarıyla proprioepsiyonda gelişim elde edildiği açıktır. Bununla birlikte SP'li bireylerde proprioepsiyon açısından elde edilen gelişimin motor performans sonuçları ile ilişkili olduğu bulunmuştur.

5. SONUÇ

SP'li bireylerde motor fonksiyon bozukluklarına genellikle duyuusal bozukluklar da eşlik etmektedir. Geçmişten günümüze vurgulanmakta olmasına rağmen, tedavi programlarında proprioepsiyon yetersizliğinin üzerinde gerektiği kadar durulmadığı düşünülmektedir. SP'li hastalarımızın tedavi programlarını düzenlerken bu durumun her zaman göz önünde bulundurularak programlarına eklenmesi önerilmektedir.

6. TEŞEKKÜR

Her zaman yanımda olan ve her konuda beni destekleyen hocalarım Prof. Dr. Ayşe Livanelioğlu'na ve Doç. Dr. Akmer Mutlu'ya teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- 1 Riquelme, I., Montoya, P. (2010) Developmental changes in somatosensory processing in cerebral palsy and healthy individuals. *Clin Neurophysiol*, 121 (8), 1314-1320.
- 2 Tizard, J.P., Crothers, B. (1952) Sensory disturbances in hemiplegia in childhood. *Trans Am Neurol Assoc*, 56 (77th Meeting), 227-229.
- 3 Hohman, L.B., Baker, L., Reed, R. (1958) Sensory disturbances in children with infantile hemiplegia, triplegia, and quadriplegia. *Am J Phys Med*, 37 (1), 1-6.
- 4 Tachdjian, M.O., Minear, W.L. (1958) Sensory disturbances in the hands of children with cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am*, 40-A (1), 85-90.
- 5 Proske, U., Gandevia, S.C. (2012) The proprioceptive senses: their roles in signaling body shape, body position and movement, and muscle force. *Physiol Rev*, 92 (4), 1651-1697.
- 6 Sherrington, C.S. (1907) On the proprioceptive system, especially in its reflex aspect. *Brain*, 29 (4), 467-482.
- 7 Houglum, P. (2005) The ABCs of proprioception. *Therapeutic Exercise for Musculoskeletal Injuries*. 2nd ed. Champaign, IL: Human Kinetics, 259-274.

- 8 Bell, C. (1826) On the nervous circle which connects the voluntary muscles with the brain. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 116 (1/3), 163-173.
- 9 Han, J., Waddington, G., Adams, R., Anson, J., Liu, Y. (2016) Assessing proprioception: a critical review of methods. *Journal of Sport and Health Science*, 5 (1), 80-90.
- 10 Bastian, H.C. (1887) The "muscular sense"; its nature and cortical localisation. *Brain*, 10 (1), 1-89.
- 11 Sherrington, C. (1910). The integrative action of the nervous system: CUP Archive.
- 12 Wingert, J.R., Burton, H., Sinclair, R.J., Brunstrom, J.E., Damiano, D.L. (2009) Joint-position sense and kinaesthesia in cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*, 90 (3), 447-453.
- 13 Duzgun, I., Kanbur, N.O., Baltaci, G., Aydin, T. (2011) Effect of Tanner stage on proprioception accuracy. *J Foot Ankle Surg*, 50 (1), 11-15.
- 14 Maier, M.W., Niklasch, M., Dreher, T., Wolf, S.I., Zeifang, F., Loew, M. ve diğerleri. (2012) Proprioception 3 years after shoulder arthroplasty in 3D motion analysis: a prospective study. *Arch Orthop Trauma Surg*, 132 (7), 1003-1010.
- 15 Scott, S.H. (2012) The computational and neural basis of voluntary motor control and planning. *Trends Cogn Sci*, 16 (11), 541-549.
- 16 Ghez, C., Krakauer, J. (1991) Voluntary movement. *Principles of neural science*, 3, 609-625.
- 17 Shumway-Cook, A. (2001) Motor control. *Theory and practical applications*.
- 18 Martin, J.H., Jessell, T.M. (1991) Modality coding in the somatic sensory system. *Principles of neural science*, 3, 341-352.
- 19 Yahia, L., Rhalimi, S., Newman, N., Isler, M. (1992) Sensory innervation of human thoracolumbar fascia. An immunohistochemical study. *Acta Orthop Scand*, 63 (2), 195-197.
- 20 Lephart, S.M., Buz Swanik, C., Boonriong, T. (1998) Anatomy and physiology of proprioception and neuromuscular control. *Athletic Therapy Today*, 3 (5), 6-9.
- 21 Roijezon, U., Clark, N.C., Treleaven, J. (2015) Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 1: Basic science and principles of assessment and clinical interventions. *Man Ther*, 20 (3), 368-377.
- 22 Liu, J.X., Thornell, L.E., Pedrosa-Domellof, F. (2003) Muscle spindles in the deep muscles of the human neck: a morphological and immunocytochemical study. *J Histochem Cytochem*, 51 (2), 175-186.
- 23 Gordon, J., Ghez, C. (1991) Muscle receptors and spinal reflexes: the stretch reflex. *Principles of neural science*, 3, 565-580.
- 24 Mann MD. (2011) Muscle Receptors. Erişim: 01.10.2017, <http://michaeldmann.net/The%20Nervous%20System%20In%20Action.html>
- 25 Flashcard for Chapter 11. Erişim: 01.10.2017, http://www.wileyessential.com/neuroanatomy/flashcards/c11_1/c11_1.html
- 26 Weerakkody, N., Blouin, J., Taylor, J., Gandevia, S. (2008) Local subcutaneous and muscle pain impairs detection of passive movements at the human thumb. *The Journal of physiology*, 586 (13), 3183-3193.
- 27 Lephart, S.M., Myers, J.B., Bradley, J.P., Fu, F.H. (2002) Shoulder proprioception and function following thermal capsulorraphy. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 18 (7), 770-778.
- 28 Waddiigten, G., Adams, R. Discrimination of active plantarflexion and inversion movements after ankle injury. *Physiotherapy*, 45, 7-13.
- 29 de Jong, A., Kilbreath, S.L., Refshaug, K.M., Adams,

- R. (2005) Performance in different proprioceptive tests does not correlate in ankles with recurrent sprain. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 86 (11), 2101-2105.
- 30 Elangovan, N., Herrmann, A., Konczak, J. (2014) Assessing proprioceptive function: evaluating joint position matching methods against psychophysical thresholds. *Physical therapy*, 94 (4), 553-561.
- 31 Refshauge, K.M., Chan, R., Taylor, J.L., McCloskey, D.I. (1995) Detection of movements imposed on human hip, knee, ankle and toe joints. *J Physiol*, 488 (Pt 1), 231-241.
- 32 Cordo, P.J., Horn, J.L., Kunster, D., Cherry, A., Bratt, A., Gurfinkel, V. (2011) Contributions of skin and muscle afferent input to movement sense in the human hand. *J Neurophysiol*, 105 (4), 1879-1888.
- 33 Nagai, T., Sell, T.C., Abt, J.P., Lephart, S.M. (2012) Reliability, precision, and gender differences in knee internal/external rotation proprioception measurements. *Physical Therapy in Sport*, 13 (4), 233-237.
- 34 Goble, D.J. (2010) Proprioceptive acuity assessment via joint position matching: from basic science to general practice. *Phys Ther*, 90 (8), 1176-1184.
- 35 Langan, J., Kern, K.L., Hurvitz, E.A., Brown, S.H. (2014) Upper-limb position sense deficits in adults with cerebral palsy. *Am J Phys Med Rehabil*, 93 (9), 774-781.
- 36 Vercher, J.L., Sares, F., Blouin, J., Bourdin, C., Gauthier, G. (2003) Role of sensory information in updating internal models of the effector during arm tracking. *Prog Brain Res*, 142, 203-222.
- 37 Krumlinde-Sundholm, L., Eliasson, A.C. (2002) Comparing tests of tactile sensibility: aspects relevant to testing children with spastic hemiplegia. *Dev Med Child Neurol*, 44 (9), 604-612.
- 38 Arnould, C., Penta, M., Thonnard, J.L. (2007) Hand impairments and their relationship with manual ability in children with cerebral palsy. *J Rehabil Med*, 39 (9), 708-714.
- 39 McLean, B., Taylor, S., Blair, E., Valentine, J., Carey, L., Elliott, C. (2017) Somatosensory Discrimination Intervention Improves Body Position Sense and Motor Performance in Children With Hemiplegic Cerebral Palsy. *Am J Occup Ther*, 71 (3), 7103190060p7103190061-7103190060p7103190069.
- 40 Ko, M.S., Sim, Y.J., Kim, D.H., Jeon, H.S. (2016) Effects of Three Weeks of Whole-Body Vibration Training on Joint-Position Sense, Balance, and Gait in Children with Cerebral Palsy: A Randomized Controlled Study. *Physiother Can*, 68 (2), 99-105.
- 41 Elshazly, F.A., Elnaggar, R.K. (2016) Integrated intensive proprioceptive and visuomotor rehabilitation program for treatment of spastic diplegic Children. *International Journal Of Medical Research & Health Sciences*, 5 (8), 132-139.
- 42 Riquelme, I., Zamorano, A., Montoya, P. (2013) Reduction of pain sensitivity after somatosensory therapy in adults with cerebral palsy. *Front Hum Neurosci*, 7, 276.
- 43 Damiano, D.L., Wingert, J.R., Stanley, C.J., Curatalo, L. (2013) Contribution of hip joint proprioception to static and dynamic balance in cerebral palsy: a case control study. *J Neuroeng Rehabil*, 10 (1), 57.

İnme Rehabilitasyonunda Uzun Dönem Prognoz İçin Erken Dönem Öngörüler ve Değerlendirmeler

Fzt. Güngör Beyza ÖZVAR¹, Doç. Dr. Muhammed KILINÇ²

¹Özel İlk Bilge Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi

²Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü

E-mail:beyzaozvar@gmail.com

ÖZET

İnme erişkin özürüllülüğünün en önemli nedenlerinden olup, yaşam kalitesini en fazla etkileyen ve ölüm nedeni olarak da ikinci sırada yer alan bir hastalıktır. İnme sonrası yaşamını sürdüren bireylerin fizyoterapistlerine en fazla sordukları sorular ; “Ne zaman yürüyebileceğim?” , “Ellerimi eskisi gibi ne zaman kullanabileceğim?” , “Ne zaman işime döneceğim?” , “Eski halime dönebilecek miyim?” , “Bastonu ne zaman bırakacağım?” gibi iyileşme ile ilgili sorulardır. Yakın geçmişte bu sorulara cevap verebilmek, uygun rehabilitasyon hedeflerini belirlemek, hasta ve yakınlarını doğru şekilde bilgilendirmek, inme servislerinin etkinliğini arttırmak ve maliyetini azaltmak amacıyla uzun dönem öngörüler ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Bu prognostik çalışmalar inme sonrası sürece ışık tutmaktadır. Bu bölümde inme sonrası prognostik çalışmalar ve bu çalışmalarda kullanılan değerlendirme yöntemleri incelenmektedir.

Anahtar kelimeler : İnme, prognoz, öngörü

ABSTRACT

Stroke is one of the most important causes of adult disability and the second most common cause of death and the disease that, affects quality of life. The questions that frequently asked to the therapists by stroke survivors are the following: “ When can I walk ?” , “When can I use my hands as before ?” , “When will I return to work ?” , “Am I going to be able to live as like as before stroke?” , “When will I give up the cane?”. In order to answer these questions, determine appropriate rehabilitation goals, inform patients and their relatives correctly, increase the effectiveness of stroke services and reduce costs of treatments, researches related to the long-term predictions are being done. These prognostic studies, shed light on the post-stroke process. In this section, prognostic studies after stroke and assesment methods used in these studies will be examined.

Keywords : Stroke , prognosis , predicting

1. GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü'nün tanımına göre inme; vasküler nedenler dışında görünür bir neden olmaksızın lokal serebral fonksiyon kaybına ait belirti ve bulguların hızla yerleşmesi ile seyreden bir klinik sendromdur (1). İnme dünyada en fazla fonksiyon kaybına neden olan, yaşam kalitesini en fazla etkileyen ve ölüm nedeni olarak da ikinci sırada yer alan hastalık grubudur. Morbidite ve uzun süreli iş göremezliğin en önemli nedeni olan inme ülke ekonomilerine çok büyük bir yük getirmektedir. ABD’de inmenin toplam yıllık maliyetinin 65.5 milyar \$ olduğu, AB’de ise bu maliyetin 27 milyar € olduğu tahmin edilmektedir (2).

Dünyada yılda 17 milyon kişi inme geçirir ve 6 milyon kişi inme nedeniyle hayatını kaybetmektedir yani dünya üzerinde her 40 saniyede bir kişi inme geçirilmektedir (3,4).

Son açıklanan Türkiye İstatistik Kurumu raporlarına göre Türkiye’de beyin damar hastalıkları nedeniyle hayatını kaybeden kişilerin sayısı

2013 yılında 35 977 (16 219 erkek; 19 758 kadın) iken 2014 yılında 37 403’e ulaşmıştır. (16 632 erkek, 20 771 kadın). Bu sayılar, bütün kazaları dikkate alsak bile, kazalar sebebiyle hayatını kaybedenlerin yaklaşık iki katıdır (5).

İnme sonrası yaşamını sürdüren hastaların %25 ila %74’ünün değişik derecelerde yardıma ihtiyacı olduğu, bir bölümünün ise günlük yaşam aktiviteleri bakımından tamamen bakıcılara bağımlı olduğu belirtilmiştir (6). Yüzde yirmibeş ila %74 ‘lük bu dilimdeki hastaların fizyoterapistlerine en fazla sordukları sorular; “Ne zaman yürüyebileceğim?” , “Ellerimi eskisi gibi ne zaman kullanabileceğim?” , “Ne zaman işime döneceğim?” , “Eski halime dönebilecek miyim?” , “Bastonu ne zaman bırakacağım?” gibi iyileşme ile ilgili sorulardır. Öngörü çalışmaları bu sorulara cevap vermeye çalışmaktadır. Literatürde çok az sayıda olan ancak çok ilgi çeken bu çalışmalar bizlere inme prognozunun öngörülebileceğini göstermiştir.

Uygun rehabilitasyon hedeflerini belirlemek, hasta ve yakınlarını doğru şekilde bilgilendirmek, inme servislerinin etkinliğini arttırmak ve maliyeti azaltmak amacıyla inme sonrası fonksiyonel sonuçların öngörülmesi ve prognostik çalışmalar önemlidir.

Prognostik çalışmalar bu kadar önemli olmasına rağmen müdahale araştırmalarına göre daha az çalışılmış olmasının nedenleri aşağıda maddeleştirilmiştir.

- Gözlemlerde karışıklık ve önyargı gibi durumlardan ötürü öngörü doğruluğu hakkında şüphelerin olması
- Sonuçların genelleştirilmesi ile ilgili sorunlarla karşılaşılması
- Uygulamada kullanılan algoritmaların karmaşıklığıdır (7).

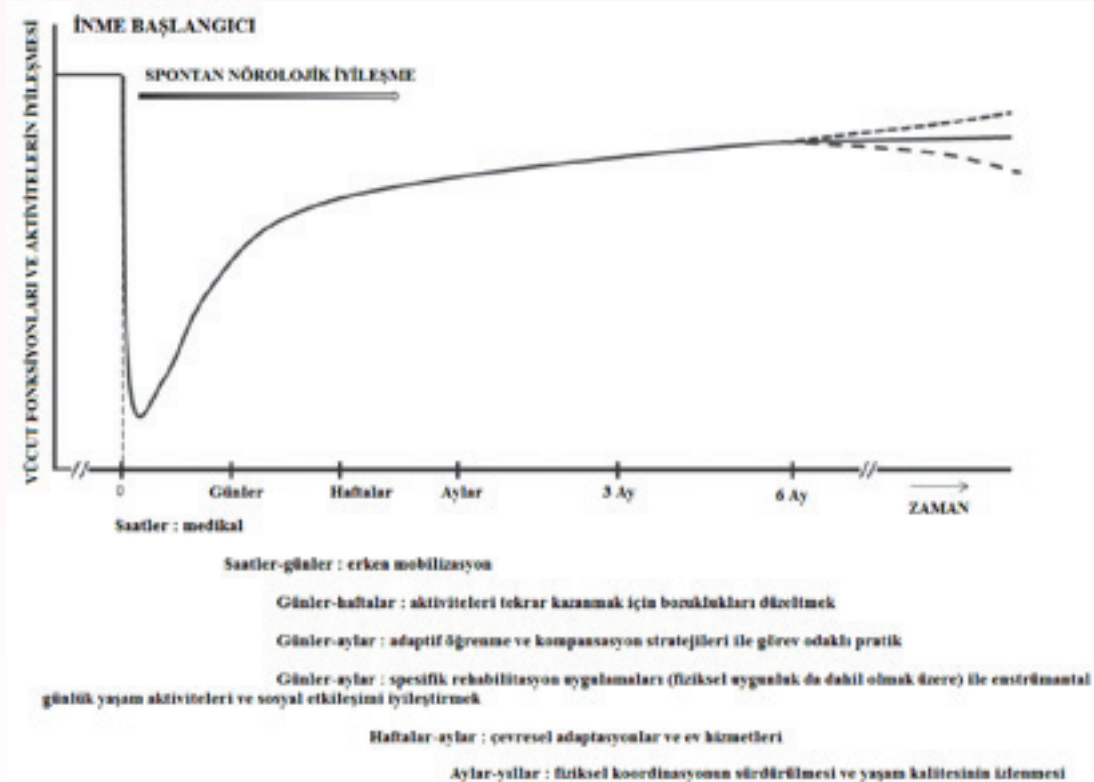
2. İNME SONRASI PROGNOSTİK ÖNGÖRÜLER

İnme hastalarında iyileşme süreci bireye özgü olmakla birlikte bu iyileşme süreçlerinde kuvvetli matematiksel örüntülerin bulunması inme sonrasında vücut yapısı ve fonksiyonlarını oldukça öngörülebilir hale getirmiştir. Şekil 1'de Kwakkel ve

ark. Tarafından yapılan ve ilk defa iskemik inme (MCA) geçirmiş bir hastada, inme iyileşmesinin ortak ve varsayımsal bir modelini göstermektedir (7). Şekilde de görüldüğü gibi inme sonrası, lezyon ve bireyden bağımsız olarak spontan nörolojik iyileşme sürecinin devreye girmesi ile birlikte iyileşme eğrisi plato yapmakta sonrasında ise bireysel farklılıklarla azalan ya da artan eğri şeklinde devam etmektedir.

Literatüre bakıldığında ilk göze çarpan çalışma 2002 yılında Ching-Lin Hsieh ve ark tarafından 169 inme hastası ile yapılan çalışmadır. Bu çalışmada inme sonrası 14. günde ölçülen PASS-TC (Hemiplejik Hastalarda Postür Değerlendirme Ölçeğinin alt parametresi olan Gövde Kontrol Alt parametresi) skoru ne kadar yüksek olursa hastaların inme sonrası 6. aydaki günlük yaşam aktivitelerindeki bağımsızlık düzeylerinin de o denli yüksek olduğu gösterilmiştir (8).

En fazla hasta sayısı ile yapılan çalışma Teresa Ullberg ve ark tarafından, 2015 yılında 35.064 hasta ile yapılmış olup, sonuç olarak risk faktörlerinin inme prognozunu büyük ölçüde etkilediği gösterilmiştir. Hastalar inme sonrası 3. ve 12. aylarda ekip tarafından geliştirilen bir anket ve RLS-85 (Reaction Level Scale) ile değerlendirilmişlerdir. Çalışmanın sonucunda ;

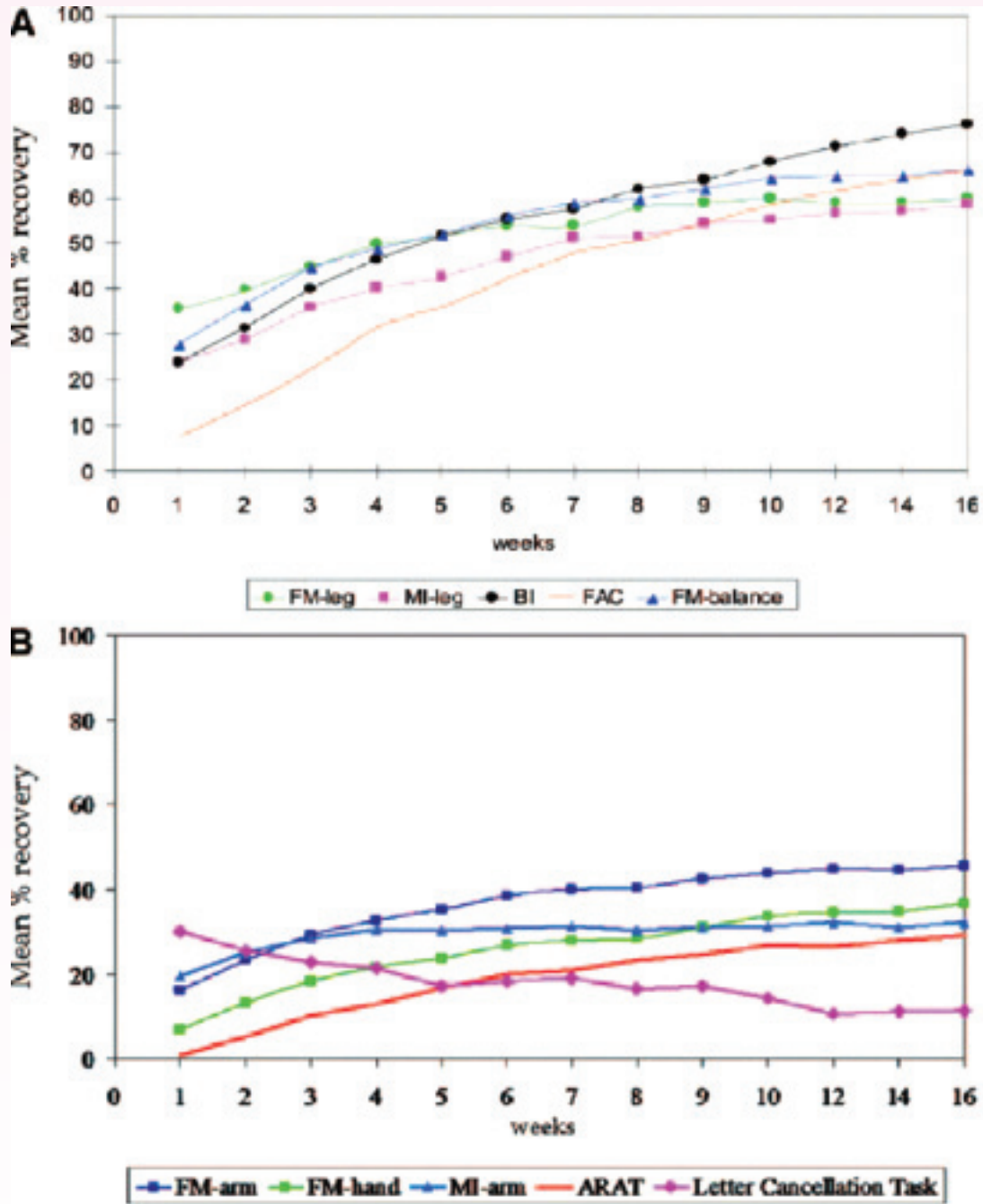


Şekil 1. Kwakkel ve ark makalesinden alıntılanmıştır (7).

- 75 yaş üzerinde olma
- Kadın olma
- Sigara alışkanlığı
- Diabetes mellitus varlığı
- Hastaneye kabul sırasındaki bilinç düzeyinin azlığı
- İnme hikayesinin bulunması
- Atrial fibrilasyon varlığı
- Hemorajik inme geçirmiş olma
- Yalnız yaşama

özelliklerine sahip hastaların günlük yaşam aktivitelerindeki bağımlılıklarının daha fazla olduğu ve prognozun olumsuz yönde etkilendiği belirtilmiştir (9).

İnme iyileşmesinde kuvvetli matematiksel örüntülerin bulunması prognozun öngörülebileceğini göstermiştir. Kwakkel ve ark ile Yee Sien Ng ve ark yapmış oldukları çalışmalar bu matematiksel örüntüyü destekler nitelikte olup nicel veriler ile prognozu ilişkilendirmişlerdir. Kwakkel ve ark 2006 yılında ilk defa iskemik inme geçiren hastalar ile yaptıkları çalışmada bireylerin



Figür A ve B ;Impact of time on improvement of outcome after stroke 'dan alınmıştır (10) .

inme sonrası 72 saat içerisinde, 5. ve 7. günlerde ve 16. haftaya kadar her hafta düzenli aralıklarla günlük yaşam aktiviteleri Barthel İndeksi (Bİ) ile değerlendirildiklerinde inme sonrası 5 ve 7. günlerde ölçülen Bİ skoruna %40 eklenmesi ile inme sonrası 12. haftada geçerli bir tahmini ortaya çıkaracağını tespit etmişlerdir (10). Fugl-Meyer, Motricity İndeksi gibi ölçekler de değerlendirmede kullanılmış olmasına rağmen prognozun sayısal değerler ile ilişkilendirildiği tek ölçek Barthel İndeksi olmuştur.

Yee Sien Ng ve ark 2213 katılımcı ile yaptıkları çalışmada ise inme sonrası 72 saat içerisinde ve inme sonrası 6. ayda günlük yaşam aktiviteleri Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (FIM) ile değerlendirilmiştir. Başlangıçtaki FIM değerleriyle 6. Aydaki FIM değerleri karşılaştırıldığında 6. ayda hastaların FIM puanlarında %40'lık iyileşme olduğu görülmüştür. Bu sonuçların Kwakkel'in sonuçları ile de uyumlu olması örüntünün doğruluğunu desteklemektedir.

Daha da önemlisi iki çalışmadaki %40 'lık kazancın vasküler alan, yaş ve inme risk faktörlerinden bağımsız olarak elde edildiği belirtilmiştir (11). Yani bir anlamda hastanın başlangıç bulguları iyileşmenin oranını etkilememektedir. Ancak unutulmaması gereken nokta başlangıç değeri ne kadar iyi olursa %40'lık kazanç o kadar fazla olacaktır.

İnme sonrası uzun dönemdeki bağımsızlığı öngörmeye inmeyi takiben birkaç gün içerisinde yapılan değerlendirmeler çok değerlidir. Kwakkel ve ark 159 kişi ile yaptıkları çalışmada hafif ve orta dereceli ilk kez iskemik inme geçiren hastalarda inme sonrası ilk 72 saat içerisinde değerlendirilen NIHSS (Ulusal Sağlık Enstitüleri İnme Skalası) skorundaki düşüklük ile 6.aydaki GYA bağımsızlığının yüksek oranda ilişkili olduğunu belirtmişlerdir (12).

Uzun dönem prognozun erken dönemde öngörülmesinde ölçeğin total skorunun yanı sıra bir alt parametresi de etkili olmaktadır. Geert Verheyden ve ark 2007'de inme geçirmiş 102 hasta ile yaptıkları çalışmada hastaları başlangıçta ve 6. Ayda Rivermead Motor Değerlendirme Ölçeği, Barthel İndeksi, Gövde Bozukluk Ölçeği ile değerlendirilmişlerdir. 6. aydaki BI skoruna göre günlük yaşam aktivitelerindeki bağımsızlığın en önemli belirleyicilerinin Gövde Bozukluk Ölçeğinin alt parametresi olan "Statik Oturma Dengesi" skoru ile "Total Gövde Bozukluk Ölçeği" skoru olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak hastanın inme sonrası statik oturma dengesi skoru ne kadar iyiye ve Total Gövde Bozukluk Ölçeği skoru ne kadar yüksekse inme sonrası 6. ayda günlük

yaşam aktivitelerinde de o kadar bağımsız olduğunu belirtmişlerdir (13) .

İnme sonrası hastaların sık sorduğu sorulardan olan yürüyüşün tekrar kazanılması ile ilgili prognostik çalışmalara bakıldığında ; Kwakkel ve ark ortalama 65 yaşında olan 101 hasta ile yaptıkları çalışmada; hastaların yürüme yeteneği Fonksiyonel Ambulasyon Skalası (FAC) ile , üst-alt ekstremitte kuvveti Motricity Indexi (MI) ile, denge Zamanlı Denge Testi (TBT) ve motor performans Fugl-Meyer ölçeği ile değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda TBT değişim skorlarının FAC'deki düzelmenin öngörülmesinde en önemli faktör olduğu belirtilmiştir. (14).

Yıllar içerisinde çalışmalar devam ettikçe örüntüler artmaya başlamış ve nicel verilerle keskin sonuçlar elde edilmeye başlanmıştır. Kwakkel ve ark 2011 'de Hollanda'da 154 hasta ile yaptıkları çalışmada değerlendirmeler ilk 72 saat içerisinde, 5. ve 9. günlerde ve 6. ayda yapılmıştır.

- Cinsiyet
- Yaş
- VKİ
- Sosyal destek
- Komorbidite(Cumulative Illness Rating Scale)
- Lezyon hemisferi
- İnme başlangıcı ve ilk değerlendirmeler arasındaki gün sayısı
- İnme tipi(Bamford Classification),
- Üriner inkontinans
- Oturma dengesi (Gövde Kontrol Ölçeği (TCT))
- Paretik üst-alt ekstremitte kas kuvveti(Motricity Indexi),
- Üst ve alt ekstremitte sinerji şiddeti(Fugl-Meyer)
- Başlangıçta bilinç düzeyi(NIHSS)
- İhmal (NIHSS)
- Hemianopsi (NIHSS)
- Gözlerde deviasyon (NIHSS)
- Duyusal kayıp(NIHSS)
- Bağımsız yürüme FAC (Fonksiyonel Ambulasyon Skalası) değerlendirilmiştir.

İnme sonrası 72 saat içinde TCT tarafından değerlendirildiğinde 30 saniye bağımsız oturan ve Mİ bacak skoru ile değerlendirildiğinde kalça, diz ve / veya ayak bileği için bazı istemli hareketleri geliştiren (≥25 puan) ambule olmayan hastaların 6 ay içerisinde bağımsız yürüyebilme olasılığı % 98 dir. Bunun aksine, bağımsız olarak 30 saniye

oturamayan ve 72 saat içinde paretik alt ekstremitte kasları ile kontraksiyon yapamayan hastaların bağımsız yürüyebilme olasılığı yaklaşık % 27'dir. Aynı örüntüde 5. günde hala alt ekstremitte kontraksiyonları dönmeyen hastaların 6. ayda bağımsız yürüme ihtimalleri %23'e ve aynı şartlar 9. günde de devam ediyorsa bu oran %10'a düşmektedir. Bu çalışma 72 saat içinde doğru tahminin hastane inme birimlerinde oturma dengesi ve paretik bacağın kontraksiyonu gibi 2 basit başucu testi ile sağlanabileceğini göstermesi açısından değerlidir(15).

İnme sonrası özellikle orta serebral arter iskemisi geçiren bireylerin günlük yaşam aktivitelerindeki bağımsızlığını üst ekstremitte disfonksiyonları engellemesine rağmen üst ekstremitede prognostik çalışmalar az olup bu konudaki en geniş kapsamlı çalışma Kwakkel ve ark Hollanda'da 154 hasta ile yaptıkları çalışmadır. Bu çalışmada değerlendirmeler 72 saat içerisinde, 5. ve 9. günlerde ve 6. ayda yapılmıştır.

- Cinsiyet
- Yaş
- VKİ
- Sosyal destek
- Komorbidite(Cumulative Illness Rating Scale)
- Lezyon hemisferi
- İnme başlangıcı ve ilk değerlendirmeler arasındaki gün sayısı
- İnme tipi(Bamford Classification),
- Üriner inkontinans
- Oturma dengesi (TCT)
- Paretik üst-alt ekstremitte kas kuvveti(Motricity Indexi),
- Üst ve alt ekstremitte sinerji şiddeti(Fugl-Meyer)
- Başlangıçta bilinç düzeyi(NIHSS)
- İhmal (NIHSS)
- Hemianopsi (NIHSS)
- Gözlerde deviasyon (NIHSS)
- Duyusal kayıp(NIHSS)
- Hemiplejik kol fonksiyonu Action Research Arm Test (ARAT) ile değerlendirilmiştir.

Değerlendirmelerin sonucunda istemli parmak ekstansiyonu yapan 82 hastanın %60'ı maksimum ARAT skoruna ulaşırken paretik omuz abduksiyonu yapan 104 hastanın %48'i maksimum ARAT skoruna ulaştığı görülmüştür.

İnme sonrası 2. günde parmak ekstansiyonu

ve omuz abduksiyonuna sahip olan hastaların, 6. ayda becerilere erişme olasılığının % 98 olduğu belirtilmiştir. Bu istemli motor kontrolü göstermeyen hastalarda olasılık % 25'e düşmüştür. Ayrıca, 72 saat içinde parmak ekstansiyonu olan hastaların % 60'ında, 6. ayda ARAT'a göre üst ekstremitte fonksiyonunun tamamen düzeldiğini gözlemlemişlerdir. 5. ve 9. günlerde tekrar edilen testler, parmak ekstansiyonu ve omuz abduksiyonu olanlar için yeniden beceri kazanma olasılığının % 98 olurken, istemli kontrolü olmayanlar için olasılığın % 25'ten % 14'e düştüğünü göstermiştir (16).

3. SONUÇ

Hasta ve yakınlarını doğru şekilde bilgilendirmek, inme servislerinin etkinliğini arttırmak ve maliyeti azaltmak açısından prognostik çalışmalar önemli olup uzun dönemde fonksiyonel sonuçları öngörebilmek klinikte yapılacak kolay ve basit testlerle sağlanabilir. Çalışmalar genellikle Hollanda merkezli Avrupa çalışmaları olup ülkemizde ise bu çalışmaların eksikliği dikkat çekmektedir.

Öngörü çalışmalarının bir diğer önemi de hedeflerin doğru belirlenmesine ışık tutacak olmasıdır. Günümüzde inme rehabilitasyonunda kullanılan hedef odaklı tedavi, Bobath yaklaşımı, aktivite odaklı rehabilitasyon yaklaşımlarında hastaya özel hedeflerin belirlenmesi tedavinin en önemli bölümünü oluşturmaktadır. Bu süreçte sadece fizyoterapistin hasta ile ilgili hedefleri değil, hasta ve ailesinin de hedef ile ilgili görüşleri çok değerlidir. Bu bağlamda hasta, ailesi ve fizyoterapist tarafından ortaklaşa belirlenecek hedefin başarılabılır olması ve hedefe ulaşma süresinin saptanması öngörü çalışmalarının ulusal düzeyde yapılmasına bağlıdır. Aynı zamanda toplumlar arasındaki kültürel farklılıklar nedeniyle hastaların rehabilitasyon beklentileri de farklı olduğu için ülkemizde de benzer çalışmaların yapılmasının tedavinin niteliğini artıracakını düşünmekteyiz.

4. KAYNAKLAR

1. Birschel, P., Ellul, J., & Barer, D. (2004). Progressing stroke: towards an internationally agreed definition. *Cerebrovascular Diseases*, 17(2-3), 242-252.
2. Di Carlo, A. (2009). Human and economic burden of stroke.
3. Mackay, J., Mensah, G. A., Mendis, S., & Greenlund, K. (2004). The atlas of heart disease and stroke. World Health Organization.
4. Searles, J. W., Avodele, L., & Kuhlmann, G. L. (2009). *Acute ischemic stroke*. Decision Resources. Waltham, Massachusetts, USA.
5. <http://www.noroloji.org.tr>

6. Houwink, A., Nijland, R. H., Geurts, A. C., & Kwakkel, G. (2013). Functional recovery of the paretic upper limb after stroke: who regains hand capacity?. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 94(5), 839-844.
7. Kwakkel, G., Kollen, B., & Krakauer, J. (2014). Predicting activities after stroke. In M. Selzer, S. Clarke, L. Cohen, G. Kwakkel, & R. Miller (Eds.), *Textbook of Neural Repair and Rehabilitation* (pp. 585-600). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/CBO9780511995590.048
8. Hsieh, C. L., Sheu, C. F., Hsueh, I. P., & Wang, C. H. (2002). Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living function in stroke patients. *Stroke*, 33(11), 2626-2630
9. Ullberg, T., Zia, E., Petersson, J., & Norrving, B. (2015). Changes in functional outcome over the first year after stroke. *Stroke*, 46(2), 389-394.
10. Kwakkel, G., Kollen, B., & Twisk, J. (2006). Impact of time on improvement of outcome after stroke. *Stroke*, 37(9), 2348-2353.
11. Ng, Y. S., Stein, J., Ning, M., & Black-Schaffer, R. M. (2007). Comparison of clinical characteristics and functional outcomes of ischemic stroke in different vascular territories. *Stroke*, 38(8), 2309-2314.
12. Kwakkel, G., Veerbeek, J. M., van Wegen, E. E., Nijland, R., Harmeling-van der Wel, B. C., & Dippel, D. W. (2010). Predictive value of the NIHSS for ADL outcome after ischemic hemispheric stroke: does timing of early assessment matter?. *Journal of the neurological sciences*, 294(1), 57-61.
13. Verheyden, G., Nieuwboer, A., De Wit, L., Feys, H., Schuback, B., Baert, I., ... & De Weerd, W. (2007). Trunk performance after stroke: an eye catching predictor of functional outcome. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 78(7), 694-698.
14. Kollen, B., Van De Port, I., Lindeman, E., Twisk, J., & Kwakkel, G. (2005). Predicting improvement in gait after stroke. *Stroke*, 36(12), 2676-2680.
15. Veerbeek, J. M., Van Wegen, E. E. H., Harmeling-Van der Wel, B. C., & Kwakkel, G. (2011). Is accurate prediction of gait in nonambulatory stroke patients possible within 72 hours poststroke? The EPOS study. *Neurorehabilitation and neural repair*, 25(3), 268-274.
16. Nijland, R. H., van Wegen, E. E., Harmeling-van der Wel, B. C., & Kwakkel, G. (2010). Presence of finger extension and shoulder abduction within 72 hours after stroke predicts functional recovery. *stroke*, 41(4), 745-750.

Bel-Boyun Ağrısında Sanal Gerçeklik Ne Kadar Gerçekçi?

Uzm. Fzt. Müzeyyen ÖZ, Doç. Dr. Özlem ÜLGER

Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü

E-mail: muzeyyenoz@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Sanal gerçeklik, kullanıcının bilgisayar ortamında üç boyutlu resimler ve animasyonlarla oluşturulan dünyanın içinde olmasına imkan sağlayarak, kullanıcılara gerçekmiş hissi veren gelişmiş bir teknolojidir. Son dekatta sanal gerçeklik uygulamalarında meydana gelen gelişmeler özellikle tıp alanındaki kullanımını giderek genişletmektedir. Ağrı yönetimi de hızla gelişen bu alanlar arasındadır. Literatürde, özellikle akut ağrının yönetiminde sanal gerçekliğin kullanımı ile ilgili güçlü kanıtlar mevcuttur. “Dikkati başka yöne çekme” mekanizmasıyla yanık bakımı (yarayı sarma ve debritleme), rahatsız edici medikal prosedürler (damar yolu açma, dental işlemler gibi) ve sağlıklı kişilerde yapılan deneysel ağrı uygulamalarında ağrının azaltılmasında etkili olduğu belirtilmektedir. Kronik ağrıda ise daha sınırlı sayıda çalışma mevcuttur ve sonuçları daha az tutarlıdır. Bel-boyun ağrısının tedavisinde, sanal gerçeklik uygulamasının ağrıyla ilişkili hareket korkusunun azalmasında etkili olduğunu bildiren çalışmalar vardır. Bu sonuçlar gelecek için umut vadedicidir, teknolojinin ilerlemesi ve sanal gerçeklik uygulamalarının daha fazla ilgi çekmesini, bireylerin katılımını ve ev programı olarak da uygulanabilirliğini geliştirecektir.

Anahtar kelimeler: Bel Ağrısı, Boyun Ağrısı, Bilgisayar Yardımlı Tedavi

ABSTRACT

Virtual reality is a sophisticated technology that gives the user a sense of reality by allowing the user to be inside the world via three-dimensional pictures and animations in the computer environment. In the last decade, developments in virtual reality applications are expanding use in medicine. Pain management is among these rapidly developing areas. There are strong proofs in the literature about the use of virtual reality, especially in the management of acute pain. It is stated that pain attenuating effect via distraction technique in burn care, painful medical procedures (such as vascular access, dental procedures) and experimental pain applications in healthy people. In chronic pain, there are limited number of studies and their results are less consistent. In the treatment of low back-neck pain, there are studies report that virtual reality is effective in reducing the fear of movement associated with pain. These results are promising for the future, the advancement of technology and less costly virtual reality applications will improve the attractiveness of treatment programs, individual participation and applicability as home program.

Key Words: Low Back Pain, Neck Pain, Computer-Assisted Therapy

1. GİRİŞ

Sanal gerçeklik (SG), kullanıcıların bilgisayar ortamında oluşturulan “sanal dünya” içerisinde olmasına imkan veren teknoloji harikası bir sistemdir. Kullanıcılar, başa yerleştirilen görüntü verici araç (*Head Mounted Display (HMD)*) ve içerisinde yer alan baş takip sistemleri, sesli ve de gürültü azaltma kulaklıkları, kumanda çubuğundan oluşan teknolojilerin bileşimi aracılığıyla 3 boyutlu bir SG deneyimi yaşarlar. Bu sistemler kullanıcıların kafa hareketlerini takip ederek sanal dünya ile tamamen çevrelenmiş olma yanılsaması sağlar. Görsel, işitsel, dokunmatik ve/veya olfaktör gibi çok yönlü uyaranlar, sanal dünyada

varolma / dalma duygusuna katkıda bulunurlar; böylece SG deneyimini, pasif olarak televizyon veya film izlemekten, 2 boyutlu video oyunundan ayırırlar (1).

Başlangıçta SG teknolojisi eğlence yönü için kabul görmekteyken, son 10 yıldır uygulaması çeşitli klinik alanları kapsayacak şekilde genişledi. Özellikle ağrı yönetimi, fizyoterapi ve rehabilitasyon, psikiyatrik hastalıkların (fobiler, anksiyete gibi) tedavisine başarıyla entegre edildi. Ağrı yönetimi alanında, en sıklıkla yara bakımı, kemoterapi, dental prosedürler gibi ağrılı medikal işlemler sırasındaki ağrı, anksiyete ve distressin azaltılmasında kullanılmaktadır (2).

Tıbbi prosedürler sırasındaki akut ağrıda SG kullanımını destekleyen önemli araştırmalar olsa da, SG'in kronik ağrı yönetimi için araştırılması halen başlangıç aşamasındadır. SG uygulamasının akut ve/veya kronik ağrı yönetimindeki rolünü daha iyi anlamak için ileri araştırmalar yapılması, uzun dönem rehabilitasyonda kullanımıyla ilgili çalışmaları teşvik etmek gerekmektedir (3).

2. SG'İN TARİHİ GELİŞİMİ

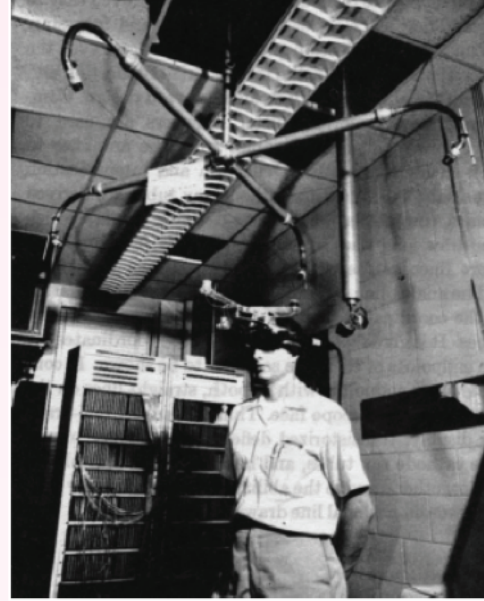
Sanal gerçeklik uygulamalarının ilk formu, Morton Heilig tarafından geliştirilen ve bütün kapsayacak şekilde çalışan 'Sensorama' adlı makine ile sinemada başlamıştır (Resim 1). 1956'da gösterilen filmde sensorama; ses, titreşim, rüzgar ve kokuları birleştirerek, izleyicinin filmi sadece izlemekle kalmayıp, aynı zamanda filmin içinde olma duygusunu yaratmaya çalışmıştır. Buna karşın, sensorama, günümüz sanal gerçeklik sisteminin önemli bir bileşeninden yoksundu. Yani, kullanıcının eylemlerine dayalı tepkiden (4).



Resim 1. Dünyanın ilk SG aygıtı sensorama

1965 yılına gelindiğinde Harvard Üniversitesi lisansüstü öğrencisi Ivan Sutherland, 3 boyutlu, bilgisayar tabanlı, sanal dünya görüntüleme sistemini tasarladı. Bu sistem, kullanıcının eylemlerine uygun yanıt olarak görsel, işitsel ve haptik (dokunsal) geribildirim içeriyordu.

Sutherland sistemi bunu, ilk 3 boyutlu HMD'yle sağlamaktaydı (Resim 2).. Sutherland daha sonra Evans ve Sutherland Bilgisayar Ortaklığı'nı (E & S) kurdu ve uçuş simülâtörü topluluğu için gerçek zamanlı grafik işleme donanımı geliştirdi (4).



Resim 2. Sutherland'in geliştirdiği ilk HMD SG sistemi (4)

Sutherland'in çalışmalarını takiben, üniversite laboratuvarlarında, devlet ve askeri tesislerde, daha sonra ticari sektörde çeşitli araştırma ve geliştirme çabaları doğdu.

Akademik çevrede, Wisconsin Üniversitesi araştırmacısı Myron Krueger, sanal gerçeklik sistemleri üzerinde "Yapay Gerçeklik" olarak adlandırdığı farklı bir perspektifle denemeler yapıyordu. Sutherland'ın HMD'si sanal dünyada birinci şahsın bakış açısı için uygundu, Krueger'in yapay gerçekliği ise, katılımcıların dünyada kendilerini izleyebilecekleri sanal dünyayı ikinci kişi olarak görmelerini sağladı. Krueger'in sistemleri, kullanıcının hareketlerini izlemek için video kamera girişlerini kullanmasıyla Sutherland'in çalışmalarından da farklıydı. Video kamera teknolojisinin kullanımı iki önemli farklılığa neden oldu: İlki makinenin kullanıcı perspektifi ikinci kişinin bakış açıysydı, diğeri ise kullanıcı herhangi bir mekanik aygıt ya da vücuduna bağlı diğer sensörler tarafından engellenmemiş oluyordu (Şekil 3) (4).



Resim 3. Krueger'in yapay gerçekliği (4)

Chicago'daki Illinois Üniversitesi'nde Tom DeFanti ve Dan Sandin Elektronik Görselleştirme Laboratuvar'ını (EVL) kurdu ve SG üzerine başarılı araştırmalar yaptılar. Bu grubun başarıları arasında en dikkat çeken şey, 1992'de CAVE™ görsel ekran sisteminin duyurulmasıydı.

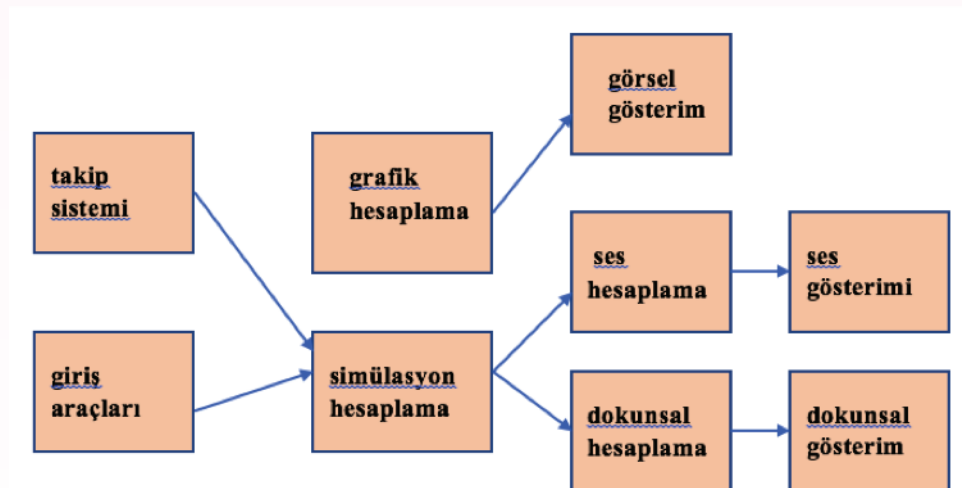
CAVE (Cave Automatic Virtual Environment) kullanıcının tavana, zemine, duvarlara nesnelerin yansıtıldığı özelleştirilmiş odanın içerisinde bulunduğu bir sanal gerçeklik tiyatrosudur. Bu sistemde kullanıcılar, üç boyutlu görüntüleme yapan gözlükler takar. Görsel ve duysal özelliklerin ön planda olduğu sistemde birden çok kullanıcı bulunabilir. Kullanıcı hem sanal çevrede, hem de ortamda bulunan diğer kişiler ile etkileşimde bulunabilir (Resim 4) (4).



Resim 4. CAVE™ sanal görüntü odaları (4)

3. TİPİK BİR SG SİSTEMİ YAPISI

Sanal gerçeklik ortamı, çeşitli bilgisayar sistemleriyle oluşturulan görsel, işitsel ve haptik duysal bilgiler aracılığıyla kullanıcıya gerçek hayattakine benzer bir dünya yaratır. Tipik SG sistemi Şekil 5'deki kısımlardan oluşmaktadır.



Şekil 5. SG sisteminin yapısı

Günümüz SG teknolojisinde kullanıcı kendini tamamen 3 boyutlu sanal bir dünya içerisinde hisseder. Bu dünya çeşitli araçlarla sağlanır. Sanal ortamda, kullanıcı başına bir miğfer (HMD) giyer (Şekil 6). Miğferde iki göz içinde birer tane küçük görüntü ekranı bulunur. Ayrıca sesleri algılamak ve dış dünyayla bağlantıyı kesmek için de kulaklık mevcuttur. Miğfer, kullanıcının etrafa bakarken baş pozisyonunu ilgili yönde takip edebilmesi adına bir sistemi de içerir. Miğfer, kablo yoluyla bilgisayara bağlanır. Bilgisayar, miğferdeki aygıtlardan gelen bilgileri işleyerek elde ettiği üç boyutlu görseli, küçük görüntü ekranlarına yansıtır. Sanal dünyada, kullanıcının nesnelerle etkileşime girebilmesi için HMD ile birlikte kullanılan veri eldiveni (data glove) veya manevra kolu (joystick) bulunur. Bu araçlar, kullanıcının ortamda yönünü/yerini değiştirmesini, nesnelere dokunmasını sağlar. Böylece kullanıcılar, sanal ortamla eş zamanlı etkileşim kurarak gerçekmiş hissini yaşar (5).



Resim 6. Modern 3 boyutlu SG sistemi (6)

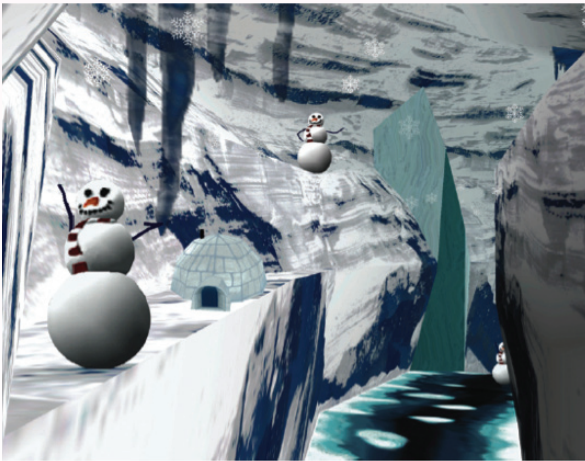
4. SG UYGULAMA ALANLARI

Sanal gerçeklik, yüksek maliyetli bir teknoloji olduğu için eğlence yönü, uzay ve askeri araştırmalar için ön plandayken, son zamanlarda mobil cihazlar için geliştirilen çeşitli uygulamalar sayesinde tıp, eğitim, kütüphanecilik, müzecilik, mimarlık ve endüstriyel tasarım alanlarına entegre olmasıyla kullanımı giderek genişlemiştir (7, 8).

Son dekatta, tıp alanında sanal gerçeklik uygulamalarının gelişmesi araştırmacıların tedavi yaklaşımlarına bakış açılarını değiştirmektedir. Tıptaki uygulamalar özellikle ağrı yönetimi, fizyoterapi ve rehabilitasyon, psikiyatrik hastalıkların (fobiler, post-travmatik stres bozukluğu ve anksiyete gibi) tedavisi, cerrahi eğitimler üzerinde yoğunlaşmaktadır (2).

5. AĞRI YÖNETİMİNDE SANAL GERÇEKLİK

Sanal gerçekliğin, ağrı tedavisi için kullanılması yaklaşık 20 yıldır gelişen bir süreçtir. Bu süreçte ilk 3 boyutlu sanal gerçeklik uygulaması Washington Üniversitesi'nden Hunter Hoffman ve ark. tarafından yanık hastaları için geliştirilen SnowWorld®'tür. Yanık hastalarının %86'sı morfin benzeri opioid ilaçlar almalarına karşın yara bakımı ve fizyoterapi esnasında şiddetli dayanılmaz dereceye değişen ölçülerde ağrı yaşadıklarını bildirmektedirler. Aynı zamanda da bu işlemler sırasında, yaşadıkları yanık olayını düşünmeye eğilimli olduklarını belirtmektedirler. SnowWorld® uygulaması ise bu olayın aksine serin bir sanal çevre tasvir etmektedir. Bireyler, sanal ortamda 3 boyutlu olarak kendisini buz kanyonunda görmekte; penguen, kardan adama kartopu atarak vurmaktadır. Bu sayede dikkatini bu sanal dünyaya çevirmiş olmaktadır (9, 10) (Resim 7).



Resim 7. SnowWorld® uygulaması (10)

SG uygulaması, ağrı yönetiminde özellikle ağrılı medikal işlemler sırasında dikkati başka yöne çekmek için **birleşik tedavi** olarak kullanılmaktadır. SG, yanık bakımı, kemoterapi, dental işlemler, damar yolu açma, enjeksiyon gibi ağrılı medikal işlemler ve uzun süreli hastanede kalışlar sırasında ağrı ve anksiyetenin azalması için kullanılmaktadır. 2000 yılında, Hoffman ve ark. yara bakımı sırasında 2 adolesan (16 ve 17 yaş) için standart video oyunu ve sanal gerçekliğin etkinliğini karşılaştırdıkları vaka raporunda ağrı seviyesinin, anksiyetenin ve ağrıyı düşünerek geçirilen zamanda azalma olduğunu bildirmiştir (11). Das ve ark. çocuklarda yara bakımı sırasında standart tedavi (analjezi) ve buna ek olarak SG uygulamasını karşılaştırdıkları randomize kontrollü çalışmada, SG uygulanan grupta ağrı ve distresin daha fazla azaldığını göstermişlerdir (12). Son zamanlarda, su dostu sanal gerçeklik sistemlerinin yara debridmanı sırasında uygulanması sonucunda ağrı da azalma olduğu gösterilmiştir(13). Hoffman ve ark. sanal gerçeklik teknolojisini yanık hastalarında fizik tedavi sırasında uygulamışlardır. Bir gruba farmakolojik analjezi verilirken diğer gruba fizik tedaviye ek olarak sanal gerçeklik uygulamışlardır. SG grubunda ağrının azaldığı ve eklem hareket açıklığında artış olduğu gözlenmiştir(9). Diğer bir çalışmada ise, bir gruba fizik tedavi, diğer gruba ise bu esnada ek olarak SG uygulamışlardır. Yine ağrıda azalma ve eklem hareket açıklığında artış gözlenmiştir (14). Bu çalışmaların sonuçlarından yola çıkıldığında, genel olarak, yara bakımı sırasında SG distraksiyonunun olduğu söylenebilmektedir.

Tashjian ve ark., hastanede yatan hastalarda sanal gerçeklik uygulamasının etkinliğini araştırmışlardır. Hastanede yatan hastalar, sıklıkla yaşadıkları çevreden radikal bir biçimde değişiklik yaşadıkları için fiziksel, emosyonel ve sosyal stres altındadırlar. Bu hastaların yaklaşık yarısı ağrı deneyimlemekte, 4'te 1'i ise dayanılmaz derecede ağrı tariflemektedir (15).

Bu çalışmada 100 hasta 2 gruba ayrılmış; 1. Gruba 3-b sanal gerçeklik oyun uygulaması yaptırılmış, diğer gruba ise 2-b dağlar, orman gibi rahatlatıcı sahnelerin ve müziğin olduğu video uygulaması izletilmiş ve etkinlikleri karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, 3-B SG grubundaki hastaların %65, 2-B video grubundaki hastaların %40'ında ağrıda azalma gözlenirken, 3-B SG uygulamasının herhangi bir yan etkisi gözlenmemiştir. SG, hastanede yatan hastaların anlamlı derecede ağrılarını azaltmış, rutin ağrı tedavisine ek olarak etkili ve güvenli şekilde kullanılabilir denilmiştir (15).

Sanal gerçeklik uygulamasının ağrı üzerine

etkinliğinin belirlendiği tek bir sistematik derleme çalışması mevcuttur. Bu çalışmada, SG'in özellikle akut ağrıda, yanık bakımıyla ilişkili rahatsızlığın azalmasının yanısıra, deneysel ağrının azalmasında daha etkili olduğu ve sonuçların daha tutarlı olduğu belirtilmiştir. İğneyle ilişkili ağrı da ise daha az tutarlı sonuçlar bulunmaktadır. SG teknolojisinin, kronik ağrılı hastaların tedavisinde ve uzun dönem rehabilitasyondaki etkinliğine dair az sayıda çalışma bulunmaktadır. Sonuçlar başlangıç aşamasındadır(3, 16).

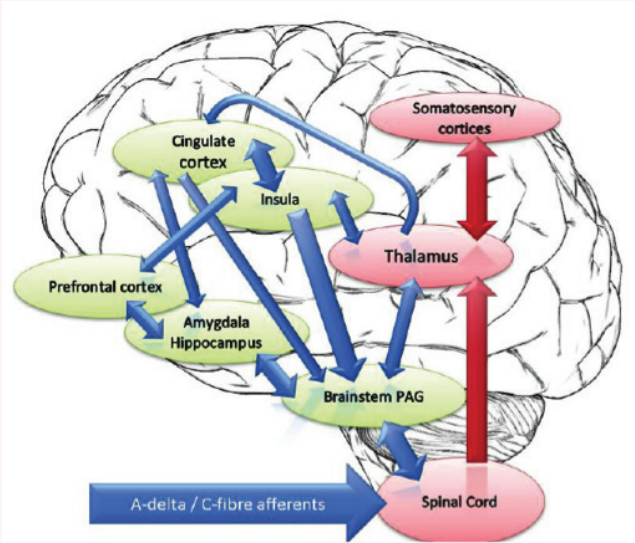
Bireyi sanal bir ortama tamamen adapte eden ve daha kapsamlı sanal gerçeklik teknolojisinin kullanılmasının, daha fazla ağrı azalmasıyla ilişkili olduğu belirtilmiştir. Genel olarak, kontrollü araştırmalar, SG distraksiyonunun çeşitli ağrı sorunları ile çalışan klinisyenler için yararlı bir araç olabileceğini önermektedir (3).

6. SANAL GERÇEKLİĞİN AĞRI TEDAVİSİNDEKİ MEKANİZMASI

Araştırmacıların hipotezlerine göre SG, vücudun karmaşık ağrı modülasyon sistemi üzerinde bilişsel ve dikkat süreçlerini kullanarak *non-farmakolojik bir yöntem* olarak etki gösterir. Sanal gerçekliğin ağrı tedavisindeki mekanizması *"Dikkati başka yöne çekme (yöneltme) (distraction technique)"* şeklinde ifade edilmektedir. Hastalar sanal dünyanın içinde olduklarını hissettiklerinde, dikkatleri ağrıdan etkin bir şekilde uzaklaşır ve bu durum da ağrı algısını azaltır (17).

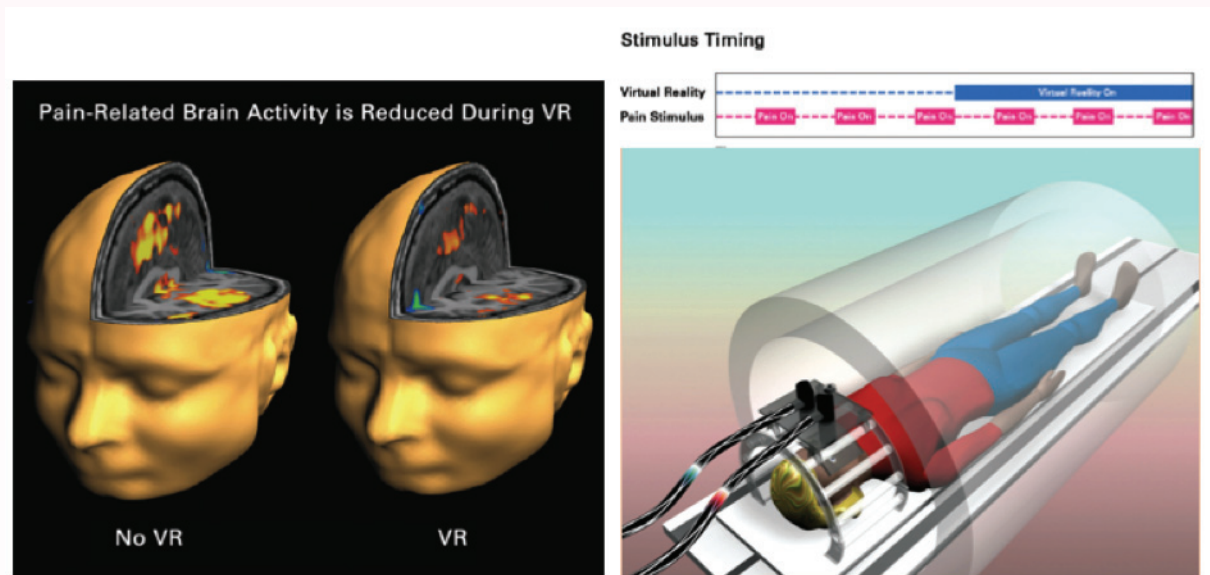
Beyin görüntüleme teknolojisinin gelişmesi, ağrı ve ağrıyla ilişkili beyin bölgelerinin (ağrı matrisi) ilişkisine dair çalışmaları hızlandırmıştır.

Araştırmacılar, farmakolojik ve non-farmakolojik analjezik uygulamaların ağrı matrisindeki bölgelere ne şekilde etki ettiğini araştırmaya başlamıştır (Resim 8). Ketaminin, ağrı skorundaki azalmayla uyumlu olarak insula ve thalamus gibi ağrıyla ilişkili beyin bölgelerinin aktivasyonunda azalmaya neden olduğu gösterilmiştir. Klinik olarak etkili remifentanil (opioid) ile de insula ve anterior singulat korteks aktivasyonunda azalma gösterilmiştir (10, 18).



Resim 8. Ağrıyla ilişkili beyin bölgeleri.

Sanal gerçekliğin ilgi çekici biçimde ağrıyı azaltmada pozitif sonuçlar göstermesi sonucunda, Hoffman ve ark. SG uygulamasının, ağrıyla ilişkili beyin bölgelerindeki aktivasyonu da azaltacağı öngörüsüyle çalışmayı planlamışlardır. Ça-



Resim 9. SG ağrıyla ilişkili beyin aktivasyonuna etkisi (10)

lişmada sağlıklı bireylerde, fMRG altında güvenli ve tolere edilebilir termal ağrı oluşturmuşlardır. 3,5 dk içerisinde; 30 sn'de 1 termal ağrı uyarını verecek şekilde toplamda 6 uyarı gönderilmiştir. Sürecin yarısında SG uygulanmış, yarısında uygulanmamıştır. SG grubundaki bireyler, en kötü ağrıda (ağrının duyuşsal komponenti) %30, ağrıyı düşünerek geçen zamanda (kognitif yönü) %44, ağrı hoşnutsuzluğunda (emosyonel yönü) %45 azalma olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, SG uygulandığı süre boyunca ağrı matrisindeki ağrıya ilişkili beyin bölgelerinin aktivasyonunda azalma olduğu gözlenmiştir (19) (Resim 9).

7. BEL-BOYUN AĞRISINDA SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARI

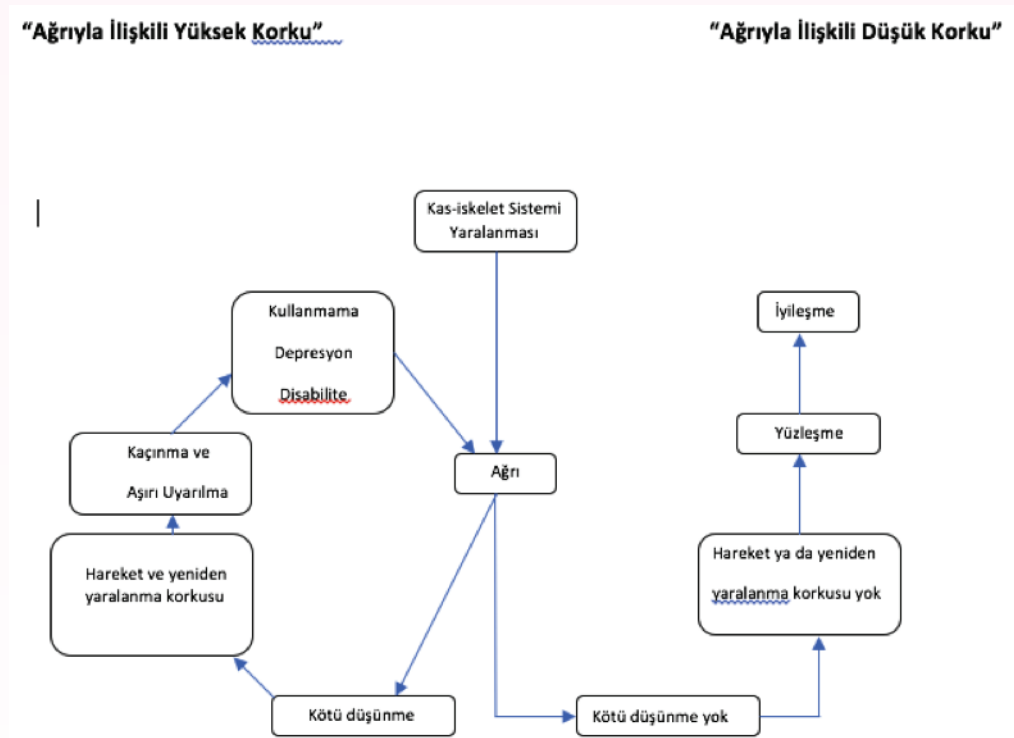
SG'in farklı ağrı popülasyonlarında etkili olduğu gösterilmesinden sonra, araştırmacılar bel ve boyun ağrılı bireyler üzerinde güncel bir terapötik yaklaşım olarak SG uygulamasının etkisini araştırmaya başlamışlardır. Bu etkinin ise, ağrıya ilişkili hareket korkusu üzerinde etkili olacağı öngörüsüyle çalışmaları planlanmışlardır.

Kronik bel ağrısında korku kaçınma modeli, akut bel ağrısı sonrasında ağrının neden kronikleştiğini ve fonksiyonel yetersizlik geliştiğini açıklayan kognitif-davranışsal modeldir (Resim 10). Bu modelde, ağrının ciddi doku hasarı işareti olarak yorumlanmasına bağlı yüksek korku, bunun sonucu olarak da ağrıyı artıracak şekilde hareketten kaçınma söz konusudur. Ağrıya

ilişkili hareket korkusu fazla olan bireylerde, katastrofik (felaket) düşünceler (ağrı daha kötüye gidecek gibi) de mevcuttur. Bu durumda, hareket ya da yeniden yaralanma korkusuna sebep olacak, hareketten kaçınma, kullanmama, aşırı uyarılmışlık hali, depresyon, ümitsizlik, bunların hepsi fonksiyonel yetersizlikle ve ağrının kısır bir döngüye dönüşmesiyle sonuçlanacaktır. Kişi kullanılmayarak yaralanmayı azaltmış gibi görünse de periartiküler konnektif dokularda kısılma ve musküler yapılarda değişikliklere neden olduğu için beklenmeyen çevresel değişikliklere maruz kalındığında yaralanma riskini artıracaktır. Ağrıya karşı katastrofik (felaket) düşünceler geliştirmeyen bireylerde daha az hareket/yaralanma korkusu meydana gelecek, bunun sonucunda da potansiyel ya da gerçek ağrı oluşturan durumlarla yüzleşecek; iyileşmeye doğru (günlük yaşam aktivitelerine, işe dönüş gibi) ilerleyeceklerdir (20-22).

Ağrıya ilişkili korku ve kaçınma ağrının, akut kroniğe dönüşmesinde en güçlü belirleyicilerden biridir. Özellikle bel ağrılı bireylerde yapılan çalışmalarda lumbal fleksiyondan kaçınma gözlenmekte, ağrıya ilişkili korkunun kısıtlanmış lumbal fleksiyon ile ilişkili olduğu belirtilmektedir. Kısıtlanmış lumbal fleksiyon fonksiyonel yetersizliğin devam etmesinde anahtar belirleyicidir (23, 24).

Thomas ve ark. ağrıya ilişkili hareket korkusu yaşayan bireylerde, özellikle lumbal omurga



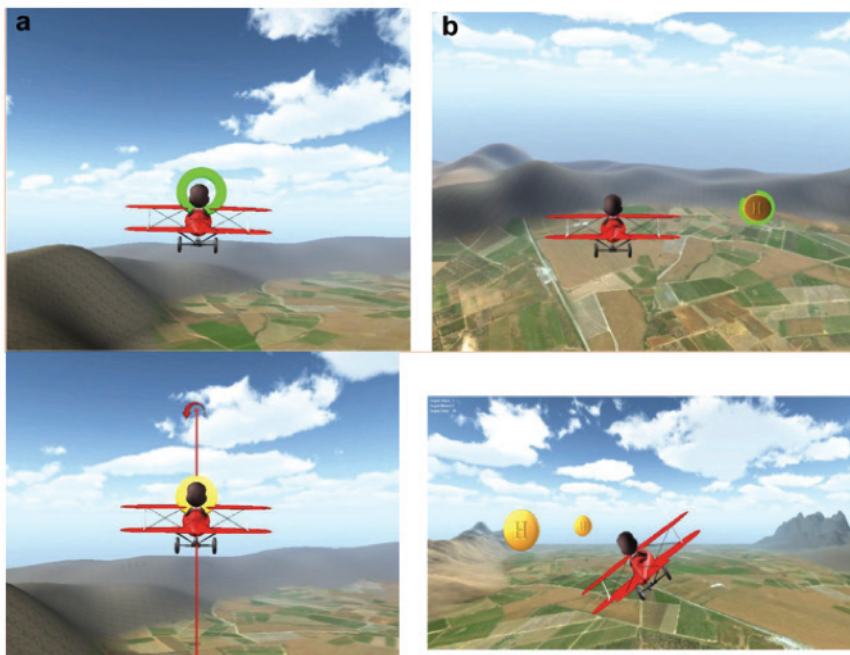
Resim 10. Korku-Kaçınma Davranış Modeli

fleksiyonunu geliştirmeye yönelik bir sanal oyun "Dodgeball Game" tasarlamışlardır. Bu oyunu tasarlarken, aşamalı maruz bırakma terapisinin prensiplerinden faydalanmışlardır. Aşamalı maruz bırakma terapisinin ilk aşaması, ağrı ve yetersizliğin devam etmesinde aktivite kaçınmasının rolü hakkında hasta eğitimiyle başlar. Daha sonra ağrıya rağmen hareketi geliştirmek için, kaçınılan hareketler her hastaya göre bireyselleştirilir. Son aşamada, hastalar doğrudan yaşantının, hareketle belin zarar göreceği ile ilgili yanlış anlamaları düzelterek amacıyla belirlenen hiyerarşiye göre aşamalı olarak en az korktukları hareketten başlayarak en çok korktukları harekete maruz bırakılarak ilerlenir (25, 26).

Bu çalışmada, Thomas ve ark. kronik bel ağrılı bireylerde sanal gerçeklik dodgeball oyununun uygulanabilirliğini ve güvenilirliğini değerlendirdikleri çalışmada, bireyler oyun grubu ve kontrol grubu şeklinde 2 gruba ayrılmış, oyun grubuna ard arda 3 gün sanal top oyunu oynatmışlardır. Sanal gerçeklik, oyun seansları içinde ve arasında gövde fleksiyonunu artırmada etkili olmuş. Bireyler oyuna iyi katılım göstermişler, ağrı kesici kullanımında, ağrıda artış ya da yan etki gözlenmemiş. Oyun uzun süreli yapılmadığından dolayı oyun çevresi dışında anlamlı bir değişiklik meydana getirmemiş fakat, oyun içinde ve arasında geliştirmesi tedavi dozları içinde uygulandığında geleneksel maruz bırakmaya göre daha tutarlı sonuçlar verebileceği düşündürmektedir(25).

Sarig-Bahat ve ark. kronik boyun ağrılı bireylerde SG ortamında bir dizi araştırma yürütmüşlerdir. Bunun için SG oyunu tasarlamışlar, geçerli ve güvenilir bulunan bu oyunu hem değerlendirme hem de tedavi amaçlı kullanmışlardır (Resim 10).

Boyun ağrılı bireylerde, eklem hareket genişliğinde azalma, hız, hareket akıcılığı ve stabilitesinde bozulma, çevreden gelen uyaranlara reaksiyon yeteneğinde yetersizlik gibi servikal hareket kinematiklerinde problemler gözlemlenmiştir. Boyun ağrısının bozulmuş servikal kinematiklerle ilişkili olduğunu, hareket korkusunu ise servikal kinematiki etkileyen birincil ölçüm olarak ifade etmişlerdir. Tek bir seans SG oyunuyla bile servikal harekette artma ve boyun ağrısında azalma bulmuşlardır. Bundan yola çıkarak, SG oyununun kinematik egzersiz eğitimi olarak da kullanılabileceğini düşünmüşler, tek kör randomize kontrollü çalışma planlamışlardır. Çalışmada kinematik eğitimin 32 kronik boyun ağrılı bireyde interaktif sanal gerçeklik aygıtıyla ve aygıt olmadan yapıldığındaki etkinliği araştırılmıştır. Bireylere 6 hafta, 30 dk, 6 seans kinematik eğitim yaptırılmıştır. Egzersizleri evde de yapmaları yönünde bireyler teşvik edilmiştir. Ayrıca 3 aylık takip de yapılmıştır. Her iki grupta da fonksiyonel yetersizlik, ağrı şiddetinde azalma gözlenmiş, servikal eklem hareket açıklığında da artma gözlenmiştir. Genel algılanan etkide ise SG uygulanan grupta daha fazla gelişme gözlenmiştir. 3 aylık takipte de etkiler devam etmiştir (27-30).



Resim 10. Sarig-Bahat ve ark. geliştirdiği SG oyunu (27)

8. SONUÇ

- Sanal gerçeklik uygulamaları yaklaşık 20 yıldır akut ağrıda kullanılmaktadır. Bu alandaki kullanımına güçlü kanıtlar var. Özellikle 3 alanda, yanık bakımı-(yarayı sarma ve debridman), rahatsız edici medikal prosedürler (damar yolu açma), sağlıklı kişilerdeki deneysel ağrı uygulamalarında.

- Çoğunlukla geleneksel tedaviye yanıt vermeyen (opioid) akut ağrıda dikkati başka yöne yönlendirmek için birleşik tedavi olarak uygulanıyor.

- Akut ağrıda var olan müdahalelerin neredeyse tamamı tamamen 3 boyutlu sanal çevrelere dayanmakta ve oyun formundadır.

- Akut uygulamaların aksine, kronik ağrıda sanal gerçeklik uygulamaları daha sınırlıdır. Kronik ağrıda uygulama amacı, dikkati başka yöne çekmenin yanı sıra, ağrıyla ilişkili hareket korkusunu da azaltmadır.

- Gelecekte, hızla gelişen teknolojiyle kişiye özel SG uygulamaları gelişebilir, kişinin kendisinin ve ağrısının yönetiminde daha etkin olunabilir. Yine bununla beraber SG ekipmanlarının fiyatlarının düşmesi ve ulaşılabilirliğin artması, ekipmanların eve adapte edilmesi, ev odaklı tedavi uygulamalarını beraberinde getirecektir.

- Bel-boyun ağrılarında ağrıyla ilişkili hareket korkusunun tedavisinde olumlu sonuçlar bildirilmektedir. Daha fazla örneklem sayılı, randomize kontrollü, farklı egzersiz ve tedavi yaklaşımlarının karşılaştırıldığı çalışmalara ihtiyaç vardır.

- Sanal gerçeklik uygulamalarıyla tedavi programları daha ilgi çekici hale getirilebilir ve programa katılım ve devamlılık artırılabilir.

9. KAYNAKLAR

1. Li A, Montano Z, Chen VJ, Gold JI. Virtual reality and pain management: current trends and future directions. *Pain Manag.* 2011;1(2):147-57.
2. Mahrer NE, Gold JI. The use of virtual reality for pain control: A review. *Current Pain and Headache Reports.* 2009;13(2):100-9.
3. Malloy KM, Milling LS. The effectiveness of virtual reality distraction for pain reduction: a systematic review. *Clinical psychology review.* 2010;30(8):1011-8.
4. Vince J. Introduction to virtual reality: Springer Science & Business Media; 2004.
5. ÇAVAS B, ÇAVAS PH, CAN BT. Eğitimde Sanal Gerçeklik. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology.* 2004;3(4).
6. Huang YP, Bruijn SM, Lin JH, Meijer OG, Wu WH, Abbasi-Bafghi H, et al. Gait adaptations in low back pain patients with lumbar disc herniation: trunk coordination and arm swing. *European Spine Journal.* 2011;20(3):491-9.
7. SÜRÜCÜ O, BAŞAR ME. Kültürel Mirası Korumada

Bir Farkındalık Aracı Olarak Sanal Gerçeklik. *Artium.* 2016;4(1).

8. DEMİRER V, ERBAŞ Ç. Mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının incelenmesi ve eğitimsel açıdan değerlendirilmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi.* 2015;11(3).
9. Hoffman HG, Patterson DR, Carrougner GJ. Use of virtual reality for adjunctive treatment of adult burn pain during physical therapy: a controlled study. *The Clinical journal of pain.* 2000;16(3):244-50.
10. Hoffman HG, Richards TL, Bills AR, Van Oostrom T, Magula J, Seibel EJ, et al. Using fMRI to study the neural correlates of virtual reality analgesia. *CNS spectrums.* 2006;11(1):45-51.
11. Hoffman HG, Doctor JN, Patterson DR, Carrougner GJ, Furness III TA. Virtual reality as an adjunctive pain control during burn wound care in adolescent patients. *Pain.* 2000;85(1):305-9.
12. Das DA, Grimmer KA, Sparron AL, McRae SE, Thomas BH. The efficacy of playing a virtual reality game in modulating pain for children with acute burn injuries: a randomized controlled trial [ISRCTN87413556]. *BMC pediatrics.* 2005;5(1):1.
13. Hoffman HG, Patterson DR, Seibel E, Soltani M, Jewett-Leahy L, Sharar SR. Virtual reality pain control during burn wound debridement in the hydrotank. *The Clinical journal of pain.* 2008;24(4):299-304.
14. Hoffman HG, Patterson DR, Carrougner GJ, Sharar SR. Effectiveness of virtual reality-based pain control with multiple treatments. *The Clinical journal of pain.* 2001;17(3):229-35.
15. Tashjian VC, Mosadeghi S, Howard AR, Lopez M, Dupuy T, Reid M, et al. Virtual Reality for Management of Pain in Hospitalized Patients: Results of a Controlled Trial. *JMIR mental health.* 2017;4(1).
16. Keefe FJ, Huling DA, Coggins MJ, Keefe DF, Rosenthal MZ, Herr NR, et al. Virtual reality for persistent pain: a new direction for behavioral pain management. *PAIN®.* 2012;153(11):2163-6.
17. Li A, Montano Z, Chen VJ, Gold JI. Virtual reality and pain management: current trends and future directions. *Pain.* 2011;1(2):147-57.
18. Gold JI, Belmont KA, Thomas DA. The neurobiology of virtual reality pain attenuation. *CyberPsychology & Behavior.* 2007;10(4):536-44.
19. Hoffman HG, Richards TL, Coda B, Bills AR, Blough D, Richards AL, et al. Modulation of thermal pain-related brain activity with virtual reality: evidence from fMRI. *Neuroreport.* 2004;15(8):1245-8.
20. Leeuw M, Goossens ME, Linton SJ, Crombez G, Boersma K, Vlaeyen JW. The fear-avoidance model of musculoskeletal pain: current state of scientific evidence. *Journal of behavioral medicine.* 2007;30(1):77-94.
21. Vlaeyen JW, Linton SJ. Fear-avoidance model of chronic musculoskeletal pain: 12 years on. *Pain.* 2012;153(6):1144-7.
22. Vlaeyen JW, Linton SJ. Fear-avoidance and its consequences in chronic musculoskeletal pain: a state of the art. *Pain.* 2000;85(3):317-32.
23. Thomas JS, France CR. Pain-related fear is associated with avoidance of spinal motion during recovery from low back pain. *Spine.* 2007;32(16):E460-E6.
24. Thomas JS, France CR. The relationship between pain-related fear and lumbar flexion during natural recovery from low back pain. *European Spine Journal.* 2008;17(1):97-103.
25. Thomas JS, France CR, Applegate ME, Leitkam ST, Walkowski S. Feasibility and safety of a virtual re-

- ality Dodgeball intervention for chronic low back pain: A randomized clinical trial. *The Journal of Pain*. 2016;17(12):1302-17.
26. Vlaeyen J, Morley S, Linton SJ, Boersma K, de Jong J. Pain-related fear: exposure based treatment for chronic pain. IASP press; 2012.
 27. Bahat HS, Takasaki H, Chen X, Bet-Or Y, Treleaven J. Cervical kinematic training with and without interactive VR training for chronic neck pain—a randomized clinical trial. *Manual therapy*. 2015;20(1):68-78.
 28. Bahat HS, Weiss PLT, Sprecher E, Krasovsky A, Laufer Y. Do neck kinematics correlate with pain intensity, neck disability or with fear of motion? *Manual therapy*. 2014;19(3):252-8.
 29. Sarig-Bahat H, Weiss PLT, Laufer Y. Neck pain assessment in a virtual environment. *Spine*. 2010;35(4):E105-E12.
 30. Treleaven J, Chen X, Bahat HS. Factors associated with cervical kinematic impairments in patients with neck pain. *Manual therapy*. 2016;22:109-15.

Artrojenik Kas İnhibisyonu ve Rehabilitasyonu

Uzm. Fzt. Ceyda SEVİNÇ

Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye

E-mail: ceyda.sarial@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Artrojenik kas inhibisyonu, diz yaralanmaları ve cerrahisi sonrası etkili bir rehabilitasyonu engelleyen önemli bir klinik problemdir. Quadriceps kasının kuvvetlenmesini geciktirir. Uzun süren inhibisyonla birlikte bireyin fonksiyonelliği etkilenir ve daha ileri eklem problemleri gelişebilir. Çeşitli faktörler ve mekanizmalar inhibisyonun oluşumuna sebep olmaktadır. Hem kortikal hem de spinal refleks mekanizmalar bu süreçte yer alır. Bu nöral mekanizmayı bilmek tedavinin planlanması açısından önemlidir. Disinhibitör uygulamalar ile inhibisyonu ortadan kaldırmak veya en aza indirmek amaçlanır. Böylece hastanın fonksiyonel durumu ve yaşam kalitesi artırılmış olur.

Anahtar kelimeler: quadriceps kası, inhibisyon, kas zayıflığı, atrofi, diz yaralanması

ABSTRACT

Arthrogenic muscle inhibition is an important clinical problem preventing effective rehabilitation after knee injuries and surgery. Arthrogenic muscle inhibition delayed the strengthening of the quadriceps muscle. Long-term inhibition affects the functioning of the individual and may lead to further joint problems. Various factors and mechanisms cause inhibition. Both the cortical and spinal reflex mechanisms take part in this process. Knowing this neural mechanism is important in terms of planning the treatment. Disinhibitor interventions are aimed to remove the inhibition or minimise. This improves the patient's functional status and quality of life.

Key words: quadriceps muscle, inhibition, muscle weakness, atrophy, knee injury

1. GİRİŞ

Diz yaralanması ve cerrahisi sonrasında veya artritli hastalarda quadriceps kasında belirgin zayıflık ve atrofi sıklıkla gözlenmektedir. Bu süreç, artrojenik kas inhibisyonu (AKİ) olarak bilinmektedir (1). AKİ eklemi çevreleyen kas sisteminin presinaptik, refleks bir inhibisyonudur. Eklem daha fazla zarar görmesini önlemeye çalışan bir yanıtıdır (2).

Kasın optimal düzeyde aktive olamaması, hem kortikal (3) hem de spinal refleks mekanizmalar tarafından modüle edilebilmektedir (4-6).

AKİ eklemde ödem, inflamasyon, ağrı, eklem laksitesi ve yapısal hasarla bağlantılıdır (1, 7-10). Bu faktörlerin ilişkisi tam olarak anlaşılamamıştır (1), ancak diz yaralanmasını takiben değişen kas fonksiyonunun, quadriceps motor nöron havuzunun refleksif modülasyonu ile ilişkili olduğuna dair yeterli kanıt bulunmaktadır (4, 6, 11). Diz eklemdeki anormal afferent deşarjın, spinal ve supraspinal yolların uyarılabilirliğini etkileyerek merkezi sinir sistemi üzerinde güçlü etkileri olabilir (1, 12). Bu nedenle genel olarak hasarlanmış

diz eklemdeki afferent deşarjdaki değişimin artrojenik kas inhibisyonuna neden olduğu kabul edilmektedir (1).

Quadriceps AKİ kuvvet ve normal proprioseptif fonksiyon kazanımını engelleyerek rehabilitasyonu aksatır (5, 8). Uzun süreli aktivasyon defisiti ve kas zayıflığı dizde atrofiye neden olarak eklem yüzeyinde bozulmalara sebep olabilir (5, 6, 11). Ayrıca kalıcı defisitlere yol açarak (13, 14) hastaların tekrar yaralanma olasılığını (15) artırır. Bu nedenle AKİ, eklem rehabilitasyonunda kısıtlayıcı bir faktör olarak adlandırılmıştır (2, 6, 16, 17).

2. ARTROJENİK KAS İNHİBİSYONU MEKANİZMASI

Artrojenik kas inhibisyonunu azaltmak veya ortadan kaldırmaya yönelik etkili bir tedavi oluşturmak için quadriceps zayıflığından sorumlu nöromusküler mekanizmayı anlamak gerekir (5). Şekil-1' de AKİ'den sorumlu mekanizmalar gösterilmektedir.

noreseptörlerin ve nosiseptörlerin aktivasyonunu artırabilir (8). Yapılan hayvan çalışmalarında eklem laksitesinin eklem hareketi boyunca duyu reseptörlerinin anormal ateşlenmesine neden olabileceği kanıtlanmıştır (1).

2.1.4. Eklem Resptörlerinin Hasarı

Eklem yapılarının yaralanması sonucunda duyu sonları da hasar görebilir ve reseptörlerden gelen afferent bilgilerin azalması AKİ' ye neden olur (9).

2.2. Spinal Refleks Yollar

Dizden gelen anormal afferent deşarj, spinal korddaki reflex yolların uyarılabilirliğini değiştirebilir, ayrıca quadriceps alfa motor nöron havuzunun uyarılabilirliğini düşürür ve supraspinal yolların kası tam aktive etmesini engeller (2, 8, 9). AKİ' de payı olabilecek üç spinal yol belirlenmiştir. Bunlar;

- Grup I nonresiprokal (Ib) inhibitor yol
- Fleksiyon refleksi
- Gama döngüsü (1)

2.2.1. Grup I nonresiprokal (Ib) inhibitör yol

Grup I nonresiprokal ekshibitör ve inhibitor internöronlar bilgiyi golgi tendon organı, eklem ve kütanöz afferentlerden ve bazı Ia liflerinden alır. Ayrıca kortikospinal ve rubrospinal yollarından ve beyin sapından köken alan en az 2 inen sistemden bilgi alırlar (1, 2). Grup II eklem afferentlerinin spinal korddaki grup I nonresiprokal (Ib) inhibitor internöronları uyardığı bilinmektedir, ayrıca quadriceps alfa motor nöronları inhibe ederek kasın tam aktivasyonuna engel olur (25).

2.2.2. Fleksiyon Refleksi

Fleksiyon refleksi polisinaptik bir yoldur ve bu yol tipik olarak fleksör fasilasyon ve ekstansör inhibisyonunun bir paternini üretir (26). Fleksiyon refleksine dahil olan internöronlar henüz açıkça belirtilmemiştir. Ancak, hayvanları kapsayan çalışmalar, geniş dinamik sınır nöronlarının (*wide dynamic range neurons*) fleksiyon refleksini ortaya çıkarmada önemli bir rol oynadıklarını öne sürmüştür (1, 27, 28).

Geniş dinamik sınır nöronlarının aktivasyon eşiği diz eklem inflamasyonunun başlangıcını takiben progresif olarak azalır ve bunlar dize uygulanan zararlı ve zararsız uyaranlara cevap olarak artmış aktivite gösterirler. Ayrıca, inflamasyon geliştikçe, nöronların uyluk gibi çok yakın alanlardan veya karşı bacakta inflamasyon olmayan, uzak dokudan bile gelen mekanik uyarıya yük-

seltilmiş cevap göstermeleriyle reseptif alanlarına bir yayılma vardır (1, 29).

2.2.3. Gama Döngüsü

Gama döngüsü bir spinal refleks devresidir. Gama motor nöronları primer kas içciklerin inerve eder. Kas içciği de Ia afferent lifler aracılığıyla alfa motor nöron havuzuna eksitator impulsları iletir ve kas kasılır. Gama döngüsünün normal fonksiyonu istemli kasılmalar boyunca tam kas aktivasyonuna ulaşmak için gereklidir. Bu yüzden, bu yol boyunca bozulmuş iletim AKİ' yi artırabilir (1, 9, 30, 31).

2.3. Supraspinal Etkiler

Supraspinal merkezlerin, eklem afferent deşarjındaki değişimlerden etkilenme olasılığı yüksektir. İnen yollar önemli oranda spinal seviyedeki internöronlara ve motor nöronlara geniş uzantılara sahiptir (32, 33) ve bu yüzden AKİ' yi kuvvetli bir şekilde etkileme potansiyeli vardır (1, 32, 33).

Quadriceps kortikospinal uyarılabilirliğin diz eklem patolojisi olan bireylerde arttığı gösterilmiştir, Tahmine dayalı olsa da, atmış kortikal uyarılabilirlik spinal reflex yollarla alfa motor nöron inhibisyonuna karşı koymak için merkezi sinir sisteminin, quadriceps kortikospinal hızı artırmasına izin vermesi mümkündür (3, 34).

İnen beyinsapı yolları genel olarak, ağrı sürecine ve fleksiyon refleksine katılan geniş dinamik sınır nöronlarını (*wide dynamic range neurons*) da içeren spinal nöronlara tonik bir inhibitör kontrol uygular (35, 36). Yaralanma veya inflamasyon, hem inhibitor hem de fasilatör komponente sahip beyin sapı yollarından inen inputu oldukça artırır (36, 37). Bu yüzden eklem hasarının, inen inhibisyon etkinliğinde (10) azalmaya ve/veya geniş dinamik sınır nöronlarına inen fasilasyonda bir artışa yol açması olasıdır. Fleksiyon refleks yolun uyarılabilirliği artar ve AKİ büyür (1).

3. ARTROJENİK KAS İNHİBİSYONU REHABİLİTASYONU

Yaralanma ve cerrahi sonrası aktif kasılmanın sağlanamaması klinikte oldukça sık görülür. Daha etkili bir rehabilitasyon stratejisi olarak egzersiz yapmadan önce nöral inhibisyonun ortadan kaldırılması gerekmektedir, Böylece daha iyi kuvvet kazanımını ve fonksiyonel hareketlerin gelişmesi fasilite edilebilir (17).

3.1. Soğuk Uygulama

Buz yaralanma sonrası akut ve subakut dönemde ağrı ve ödem kontrolü için sıklıkla kullanılmaktadır. Buzun duyu afferentlerinin sinir iletim hızında yavaşlatıcı bir etkisi vardır (38). Aynı zamanda, kasdaki mekanoreseptörlerin deşarjını yavaşlatır ve eklemdeki mekanoreseptörler de soğuğa aynı şekilde cevap verirler (39).

30 dakika buz uygulamasının inhibisyonunda azalma sağladığı gösterilmiştir (40). Aynı şekilde, 20 dakika buz uygulamasının AKİ'yi maksimum istemli kontraksiyon boyunca azalttığı, quadriceps tepe torku ve kas lifi iletim hızında artış sağladığı gösterilmiştir (41). Hopkins ve ark. (40), terapötik egzersizlerden önce 20 dakika buz uygulanmasının, ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrası hastaların quadriceps kasında kuvvet kazanımını fasilite ettiğini bildirmişlerdir. Buzun ciltten kaldırılmasını takiben, kütanöz dokular ısınana kadar motor nöron uyarılabilirliği devam eder (40, 42).

3.2. Transkütanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu

Transkütanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS) disinhibitör modalite olarak kullanılmaktadır. TENS' in disinhibitör etkisi için ileri sürülen mekanizma kriyoterapiyle benzerdir (17).

TENS presinaptik inhibisyonu azaltır ve motor nöron uyarılabilirliği artırır (43). TENS' in duyu- sal uyarısı spinal korda giden eksitator sinyallerde bir artış sağlar ve böylece yaralanmış eklem- den kaynaklanan motor sistem üzerinde inhibitör etki yaratacak sinyalleri önler. Kriyoterapinin aksine, TENS' in disinhibitör etkisi, stimülasyonun kesilmesinin hemen ardından azalmaya başlar (40). TENS ve kriyoterapi arasındaki etki farkı, duyu- sal uyarıyla ilişkili nöral sinyallerin merkezi sinir sisteminde işleme sürecindeki farklılıktan kaynaklanabilir. Buz uygulamasının TENS ile karşılaştırıldığında disinhibitör etki olarak üstün- lük gösterdiği düşünülmüştür, ancak daha uzun bir TENS uygulamasının daha yararlı olabileceği söylenmiştir (17).

45 dakika TENS uygulanmasının tedaviyi daha iyi etkileyeceği öne sürülmüştür. Elektrik stimülasyonu hastalar rahat hareket edebileceği için egzersiz süresince uygulanabilir, ancak buz ile bu mümkün değildir (17).

Çeşitli uygulamalar istemli quadriceps akti- vasyonu üzerine geniş bir etkiye sahiptir. Günümü- zde TENS quadriceps aktivasyonunu artırmak için en güçlü etkileri göstermektedir (44).

3.3. Nöromusküler Elektrik Stimülasyonu

Nöromusküler elektrik stimülasyonunun (NMES) terapötik avantajı, inhibe olan motor nö- ron havuzunu atlayarak doğrudan kası harekete geçirmesidir (10). Bu yüzden, NMES' in AKİ'yi kendi etkilemesi pek olası değilken, eklem hasa- rından sonra quadriceps atrofisini en aza indirge- meye yardımcı olabilir (1).

3.4. Egzersiz

Direnç eğitimine rağmen AKİ varlığında qu- adriceps kuvveti değişmez veya azalır. Quadri- ceps kuvvet defisitleri, sıklıkla ilk eklem hasarın- dan sonra uzun süre kalmaktadır (13).

Birçok vakada istemli egzersiz, quadriceps kas gücünü artırmada NMES' den daha etkili ol- masa da etkili olur (45), ancak istemli kasılmay- la birlikte NMES kullanımının iyi sonuçlar elde ettiği gösterilmiştir (46, 47). NMES' e ek olarak, TENS' in de egzersiz ile birlikte uygulanması, tek başına egzersiz yapılmasına göre quadriceps akti- vasyonunu ve fonksiyonelliği daha fazla artırdığı bildirilmiştir (43).

İzometrik protokoller kullanılıyorsa, diz tama- men ekstansiyona (46) kıyasla hafif fleksiyon (48) ile yapıldığında NMES üstün sonuçlar alabilir. Akut diz yaralanmalarında, intraartiküler basınç ve afferent deşarjın daha fazla olması nedeniye tam ekstansiyonda (19) ve fleksiyonun son aşısına doğru (18) quadriceps inhibisyonunun daha fazla olduğundan bahsetmiştik. Bu nedenlerden dola- yı, yaralanma ve cerrahi sonrası akut fazda, izo- metrik quadriceps egzersizleri AKİ' nin en düşük olduğu 30-50 derece diz fleksiyonunda yapılma- lıdır (49-51). Kasın daha etkili kuvvetlenmesine izin vererek, quadriceps aktivasyonunu maksimale çıkarmak mümkündür (50).

3.5. Transkraniyal Manyetik Stimülasyon

Transkraniyal manyetik stimülasyon (TMS), direkt olarak motor korteks alanına yönelir. Pe- riferde istemli hareketi meydana getirir ve daha sonra hedeflenen kastaki motor nöronlar üzerine direkt etkisi olan inen kortikospinal yolları uyarır (52). TMS' nin internöronları etkileyerek presi- naptik inhibisyonu azalttığı rapor edilmiştir (53).

3.6. Manuel Tedavi

Eklem mobilizasyon ve manipülasyonu ek- lemdeki ve çevresinde duyu reseptörlerini stimü- le eder (54-56). Bu reseptörlerden gelen afferent sinyaller spinal seviyede internöronlarla sinaps yapar. Motor nöron havuzun kullanılabilirliği- ni ve efferent motor çıktıyı etkileyebilir (2). Bir

yapıdan gelen afferent bilgi, benzer sinir kökü seviyesinin hakim olduğu tüm yapılarda effent sinyallerde değişiklik yapabilir. Sakroiliak eklem, quadriceps kası ve diz eklemi ile ortak sinir kökü seviyelerine sahiptir (57, 58). Eklem mobilizasyonu ve manipülasyonunun, uygulama alanına hem uzak hem de yakın yerdeki kas aktivasyonunu etkilediği gösterilmiştir (59-62), ancak bu çalışmalarda kısa dönem etkisine bakılmıştır. Daha uzun süreli (1 saat sonra) etkisini inceleyen bir çalışmada ise quadriceps aktivasyonuna herhangi bir etkisi bulunmamıştır (58).

4. SONUÇ

Artrojenik kas inhibisyonu rehabilitasyonda kısıtlayıcı bir faktördür. Bu engeli ortadan kaldırmak için kullanılan farklı uygulamalar vardır. Terapatik egzersizlerden önce disinhibitör bir teknikle (TMS, NMES gibi) inhibisyonu azaltmak, hastaların motor nöronlarını nöromusküler fonksiyonu geliştirmek için elverişli hale getirebilir. Optimal kas fonksiyonu kazanılarak bireyin fonksiyonelliği, yaşam kalitesi artırılırken, aynı zamanda oluşabilecek eklem problemlerinin önüne geçilir.

5. TEŞEKKÜR

Seminerimin hazırlanması sürecinde danışmanlığımı yapan ve bu süreçte akademik bilgi ve deneyimleriyle desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Gizem İrem Kınıklı'ya, seminerimin hazırlanmasında çok değerli katkıları ile destek olan Doç. Dr. Hande GÜNEY DENİZ' e ve bu süreçte her zaman desteğini hissettiğim Uzm. Fzt. Sercan ÖNAL' a teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

1. Rice DA, McNair PJ, editors. Quadriceps arthrogenic muscle inhibition: neural mechanisms and treatment perspectives. Seminars in arthritis and rheumatism; 2010: Elsevier.
2. Hopkins JT, Ingersoll CD. Arthrogenic muscle inhibition: a limiting factor in joint rehabilitation. Journal of sport rehabilitation. 2000;9(2):135-59.
3. Héroux ME, Tremblay F. Corticomotor excitability associated with unilateral knee dysfunction secondary to anterior cruciate ligament injury. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2006;14(9):823-33.
4. Palmieri RM, Tom JA, Edwards JE, Weltman A, Saliba EN, Mistry DJ, et al. Arthrogenic muscle response induced by an experimental knee joint effusion is mediated by pre-and post-synaptic spinal mechanisms. Journal of Electromyography and Kinesiology. 2004;14(6):631-40.
5. Palmieri RM, Weltman A, Edwards JE, Tom JA, Saliba EN, Mistry DJ, et al. Pre-synaptic modulation of quadriceps arthrogenic muscle inhibition. Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy. 2005;13(5):370-6.

6. Pietrosimone BG, Saliba SA, Hart JM, Hertel J, Kerrigan DC, Ingersoll CD. Effects of transcutaneous electrical nerve stimulation and therapeutic exercise on quadriceps activation in people with tibiofemoral osteoarthritis. Journal of orthopaedic & sports physical therapy. 2011;41(1):4-12.
7. Grant C, Dixon ASJ. Joint Distension and Reflex Muscle Inhibition in the Knee. JBJS. 1965;47(2):313-22.
8. Hurley M. The effects of joint damage on muscle function, proprioception and rehabilitation. Manual therapy. 1997;2(1):11-7.
9. Konishi Y, Fukubayashi T, Takeshita D. Possible mechanism of quadriceps femoris weakness in patients with ruptured anterior cruciate ligament. Medicine & Science in Sports & Exercise. 2002;34(9):1414-8.
10. Young A. Current issues in arthrogenous inhibition. Annals of the rheumatic diseases. 1993;52(11):829-34.
11. Palmieri-Smith RM, Kreinbrink J, Ashton-Miller JA, Wojtys EM. Quadriceps inhibition induced by an experimental knee joint effusion affects knee joint mechanics during a single-legged drop landing. The American journal of sports medicine. 2007;35(8):1269-75.
12. Rice DA, McNair PJ, Lewis GN. Mechanisms of quadriceps muscle weakness in knee joint osteoarthritis: the effects of prolonged vibration on torque and muscle activation in osteoarthritic and healthy control subjects. Arthritis research & therapy. 2011;13(5):R151.
13. Hurley M, Jones D, Newham D. Arthrogenic quadriceps inhibition and rehabilitation of patients with extensive traumatic knee injuries. Clinical Science. 1994;86(3):305-10.
14. Hurley MV, Scott DL, Rees J, Newham DJ. Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis. Annals of the rheumatic diseases. 1997;56(11):641-8.
15. Stokes M, Young A. The contribution of reflex inhibition to arthrogenous muscle weakness. Clinical Science. 1984;67(1):7-14.
16. Palmieri-Smith RM, Thomas AC, Wojtys EM. Maximizing quadriceps strength after ACL reconstruction. Clinics in sports medicine. 2008;27(3):405-24.
17. Dolan MG, Pietrosimone BG, Hopkins JT, Ingersoll CD. The role of disinhibitory modalities in joint injury rehabilitation. Athletic Therapy Today. 2008;13(6):2-5.
18. Reeves ND, Maffulli N. A case highlighting the influence of knee joint effusion on muscle inhibition and size. Nature Clinical Practice Rheumatology. 2008;4(2):153-8.
19. Stratford P. Electromyography of the quadriceps femoris muscles in subjects with normal knees and acutely effused knees. Physical Therapy. 1982;62(3):279-83.
20. Geborek P, Månsson B, Wollheim F, Moritz U. Intraarticular corticosteroid injection into rheumatoid arthritis knees improves extensor muscles strength. Rheumatology international. 1990;9(6):265-70.
21. Grigg P, Schaible H-G, Schmidt RF. Mechanical sensitivity of group III and IV afferents from posterior articular nerve in normal and inflamed cat knee. Journal of Neurophysiology. 1986;55(4):635-43.
22. Coggeshall RE, Hong KAP, Langford LA, Schaible H-G, Schmidt RF. Discharge characteristics of fine medial articular afferents at rest and during passive movements of inflamed knee joints. Brain research. 1983;272(1):185-8.
23. Schaible H-G, Schmidt RF. Time course of mechanosensitivity changes in articular afferents during a developing experimental arthritis. Journal of neurophys-

- iology. 1988;60(6):2180-95.
24. SCHAIBLE HG, Ebersberger A, Banchet GS. Mechanisms of pain in arthritis. *Annals of the New York Academy of Sciences*. 2002;966(1):343-54.
25. Rice DA, McNair PJ, Lewis GN, Dalbeth N. Quadriceps arthrogenic muscle inhibition: the effects of experimental knee joint effusion on motor cortex excitability. *Arthritis research & therapy*. 2014;16(6):502.
26. Lundberg A, Malmgren K, Schomburg E. Reflex pathways from group II muscle afferents. 1. Distribution and linkage of reflex actions to alpha-motoneurons. *Experimental brain research*. 1987;65(2):271-81.
27. You H-J, Colpaert FC, Arendt-Nielsen L. Long-lasting descending and transitory short-term spinal controls on deep spinal dorsal horn nociceptive-specific neurons in response to persistent nociception. *Brain research bulletin*. 2008;75(1):34-41.
28. You H-J, Mordch CD, Chen J, Arendt-Nielsen L. Simultaneous recordings of wind-up of paired spinal dorsal horn nociceptive neuron and nociceptive flexion reflex in rats. *Brain research*. 2003;960(1):235-45.
29. Neugebauer V, Schaible H-G. Evidence for a central component in the sensitization of spinal neurons with joint input during development of acute arthritis in cat's knee. *Journal of Neurophysiology*. 1990;64(1):299-311.
30. Newham D, Hurley M, Jones D. Ligamentous knee injuries and muscle inhibition. *J Orthop Rheumatol*. 1989;2:163-73.
31. Johansson H, Sjölander P, Sojka P. Receptors in the knee joint ligaments and their role in the biomechanics of the joint. *Critical reviews in biomedical engineering*. 1991;18(5):341-68.
32. Jankowska E. Interneuronal relay in spinal pathways from proprioceptors. *Progress in neurobiology*. 1992;38(4):335-78.
33. Schomburg E. Spinal sensorimotor systems and their supraspinal control. *Neuroscience research*. 1990;7(4):265-340.
34. On AY, Uludağ B, Taşkıran E, Ertekin C. Differential corticomotor control of a muscle adjacent to a painful joint. *Neurorehabilitation and neural repair*. 2004;18(3):127-33.
35. Quevedo J, Eguibar J, Jimenez I, Schmidt R, Rudomin P. Primary afferent depolarization of muscle afferents elicited by stimulation of joint afferents in cats with intact neuraxis and during reversible spinalization. *Journal of neurophysiology*. 1993;70(5):1899-910.
36. Cervero F, Schaible H-G, Schmidt R. Tonic descending inhibition of spinal cord neurones driven by joint afferents in normal cats and in cats with an inflamed knee joint. *Experimental brain research*. 1991;83(3):675-8.
37. Danziger N, Weil-Fugazza J, Le Bars D, Bouhassira D. Stage-dependent changes in the modulation of spinal nociceptive neuronal activity during the course of inflammation. *European Journal of Neuroscience*. 2001;13(2):230-40.
38. Knight KL. *Cryotherapy in sport injury management*: Human Life Press; 1995.
39. Eldred E, Lindsley DF, Buchwald JS. The effect of cooling on mammalian muscle spindles. *Experimental neurology*. 1960;2(2):144-57.
40. Hopkins JT, Ingersoll CD, Edwards J, Klootwyk TE. Cryotherapy and transcutaneous electric neuromuscular stimulation decrease arthrogenic muscle inhibition of the vastus medialis after knee joint effusion. *Journal of athletic training*. 2002;37(1):25.
41. Rice D, McNair PJ, Dalbeth N. Effects of cryotherapy on arthrogenic muscle inhibition using an experimental model of knee swelling. *Arthritis Care & Research*. 2009;61(1):78-83.
42. Krause BA, Hopkins JT, Ingersoll CD, Cordova ML, Edwards JE. The relationship of ankle temperature during cooling and rewarming to the human soleus H reflex. *Journal of Sport Rehabilitation*. 2000;9(3):253-62.
43. Pietrosimone BG, Hart JM, Saliba SA, Hertel J, Ingersoll CD. Immediate effects of transcutaneous electrical nerve stimulation and focal knee joint cooling on quadriceps activation. *Medicine and science in sports and exercise*. 2009;41(6):1175-81.
44. Harkey MS, Gribble PA, Pietrosimone BG. Disinhibitory interventions and voluntary quadriceps activation: a systematic review. *Journal of athletic training*. 2014;49(3):411-21.
45. Bax L, Staes F, Verhagen A. Does neuromuscular electrical stimulation strengthen the quadriceps femoris? *Sports medicine*. 2005;35(3):191-212.
46. Fitzgerald GK, Piva SR, Irrgang JJ. A modified neuromuscular electrical stimulation protocol for quadriceps strength training following anterior cruciate ligament reconstruction. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2003;33(9):492-501.
47. Stevens-Lapsley JE, Balter JE, Wolfe P, Eckhoff DG, Kohrt WM. Early neuromuscular electrical stimulation to improve quadriceps muscle strength after total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *Physical Therapy*. 2012;92(2):210-26.
48. Snyder-Mackler L, Delitto A, Bailey SL, Stralka SW. Strength of the quadriceps femoris muscle and functional recovery after reconstruction of the anterior cruciate ligament. A prospective, randomized clinical trial of electrical stimulation. *JBJS*. 1995;77(8):1166-73.
49. Wood L, Ferrell W, Baxendale R. Pressures in normal and acutely distended human knee joints and effects on quadriceps maximal voluntary contractions. *Experimental Physiology*. 1988;73(3):305-14.
50. Jensen K, Graf BK. The effects of knee effusion on quadriceps strength and knee intraarticular pressure. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 1993;9(1):52-6.
51. Alexander C, Coughney D, Withy S, Van Puymbroeck E, Munoz D. Relation between flexion angle and intraarticular pressure during active and passive movement of the normal knee. *The Journal of rheumatology*. 1996;23(5):889-95.
52. Hallett M. Transcranial magnetic stimulation and the human brain. *Nature*. 2000;406(6792):147-50.
53. Iles J. Evidence for cutaneous and corticospinal modulation of presynaptic inhibition of Ia afferents from the human lower limb. *The Journal of physiology*. 1996;491(1):197-207.
54. Pickar JG. Neurophysiological effects of spinal manipulation. *The Spine Journal*. 2002;2(5):357-71.
55. Colloca CJ, Keller TS, Gunzburg R. Biomechanical and neurophysiological responses to spinal manipulation in patients with lumbar radiculopathy. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 2004;27(1):1-15.
56. Colloca CJ, Keller TS, Gunzburg R. Neuromechanical characterization of in vivo lumbar spinal manipulation. Part II. Neurophysiological response. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 2003;26(9):579-91.
57. Moore K, Arthur F. Dalley. *Clinically Oriented Anatomy*. Lippincott Williams & Wilkins A Wolters Kluwer Company; 1999.

58. Grindstaff TL, Hertel J, Beazell JR, Magrum EM, Kerrigan DC, Fan X, et al. Lumbopelvic joint manipulation and quadriceps activation of people with patellofemoral pain syndrome. *Journal of athletic training*. 2012;47(1):24-31.
59. Suter E, McMorland G, Herzog W, Bray R. Conservative lower back treatment reduces inhibition in knee-extensor muscles: a randomized controlled trial. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 2000;23(2):76-80.
60. Suter E, McMorland G, Herzog W, Bray R. Decrease in quadriceps inhibition after sacroiliac joint manipulation in patients with anterior knee pain. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*. 1999;22(3):149-53.
61. Raney NH, Teyhen DS, Childs JD. Observed changes in lateral abdominal muscle thickness after spinal manipulation: a case series using rehabilitative ultrasound imaging. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2007;37(8):472-9.
62. Grindstaff TL, Hertel J, Beazell JR, Magrum EM, Ingersoll CD. Effects of lumbopelvic joint manipulation on quadriceps activation and strength in healthy individuals. *Manual therapy*. 2009;14(4):415-20.

Mastektomi Sonrası Gelişen Lenfödemde Görülen Omuz Problemleri

Uzm. Fzt. Emine BARAN, Uzm. Fzt. Esra ÜZELPASACI, Doç. Dr. İrem DÜZGÜN, Prof. Dr. Türkan AKBAYRAK
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü.
E-mail: eminebaran@gmail.com

ÖZET

Meme kanseri kadınlar arasında en sık görülen kanser türüdür. Meme kanseri tedavisinin bir parçası olarak uygulanan mastektomi operasyonu, kemoterapi ve radyoterapi uygulamaları lenfödem (LÖ) gelişimini tetiklemektedir. Mastektomi sonrası omuzda eklem hareket kısıtlılığı, impingement sendromu, skapular diskinezi, günlük yaşam aktivitelerinde kısıtlılık, kas performansında değişimler görülebilir. Mastektomi hem etkilenen hem de etkilenmeyen taraf omuz biyomekaniğini etkileyebilir. Tüm bu sorunlar lenfödem ile birlikte daha da şiddetlenebilir. Bütün bu problemlerin bir sonucu olarak, hastalar ağrıdan ve fonksiyonel yetersizliklerden yakınabilirler. Mastektomi sonrası bu hastaların, olası omuz problemlerine yönelik bilateral olarak değerlendirilmesi gereklidir. Tedavi fazında, hastaların omuz problemlerine yönelik yapılan tedavinin yanı sıra, LÖ'leri açısından da gerekli öneri ve tedavilerin yapılması önemlidir. Yani, fizyoterapistlerin yalnızca hastaların etkilenen tarafını değil, etkilenmeyen tarafını da tedavi programına dahil etmesi diğer bir deyişle hastanın bütüncül bir tedavi yaklaşımıyla ele alınması önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Mastektomi, lenfödem, omuz ağrısı, impingement sendromu, omuz eklemi, skapula

ABSTRACT

Breast cancer is the most common type of cancer among women. Mastectomy operations, chemotherapy and radiotherapy applications, which are applied as part of breast cancer treatment, trigger the development of lymphedema. After mastectomy, limitation in shoulder joint, impingement syndrome, scapular dyskinesia, limitation of daily living activities and changes in muscle performance can be seen. Mastectomy can affect both the affected and unaffected side of the shoulder biomechanics. All these problems can be even more severe with lymphedema. As a result of all these problems, patients may suffer from pain and functional insufficiency. After mastectomy, it is necessary to evaluate these patients bilaterally in terms of possible shoulder problems. In the treatment phase, besides the treatment for the shoulder problems, it is also important to make necessary suggestions and treatments in terms of lymphedema. That is, physiotherapists should include not only the affected side of the patients but also the unaffected side of the patients in the treatment program. In other words, it is important to treat the patient with a holistic treatment approach.

Key Words: Mastectomy, lymphedema, shoulder pain, impingement syndrome, shoulder joint, scapula

1. GİRİŞ

Meme kanseri kadınlar arasında en sık görülen kanser türüdür. Erken teşhis yöntemlerinin gelişmesiyle, kanser sonrası sağ kalım sürelerinde belirgin iyileşme görülmüştür. Bu durum kanser tedavileri sonrası görülen komplikasyonlara dikkatin artmasına neden olmuştur. Meme kanseri tedavisi sonrası gelişen lenfödem (LÖ), sıklığı ve kronik bir duruma dönüşmesi nedeniyle son zamanlarda ilgi odağı haline gelmiştir (1). Radikal cerrahi, lenf nodu diseksiyonu ve radyoterapi uygulamaları lenfatik sisteme zarar vermektedir. Bu tür müdahaleleri içeren meme kanseri cerrahisi geçiren hastaların yaklaşık olarak % 30' unda üst ekstremitede LÖ geliştiği bildirilmiştir (2).

LÖ, ödemli bölgenin büyüklüğü ve ağırlığı arttıkça mobilitenin azalmasına, eklem hareketlerinin kısıtlanmasına, fonksiyon kaybına ve bu duruma sekonder olarak gelişen ağrıya neden olan kronik ve ilerleyici bir hastalıktır (3).

Meme kanseri nedeniyle mastektomi geçiren birçok kadın, omuz hareketlerinde bozukluktan, günlük fonksiyonelliklerinin azalmasından ve günlük yaşam kalitelerinin düşmesinden şikayet eder (4). Cerrahi öncesi ya da sonrasında uygulanan radyoterapi nedeniyle oluşan skar doku ve ağrı, omuz çevresi mekaniğini etkileyebilir. Mastektomi, omuz hareket kısıtlılığı ve bozukluğuna, meme koruyucu cerrahiye nazaran 6 kat daha fazla sebep olan bir uygulamadır (5).

Mastektomiden dolayı, yumuşak doku hareketliliğinde ve göğüs duvarı çevresindeki doku dağılımı asimetrisi, üst ekstremitte hareketlerini ve gövde ile kol arasındaki ilişkiyi etkileyebilir (6). Normalde, humerus skapulayla senkronize ve uyumlu bir şekilde hareket eder. Bu ritim, skapulotorasik ve skapulohumeral eklemler ve humerus başının glenoid fossa ile uyumu ile gerçekleşir (6). Son yıllarda yapılan çalışmalar, mastektomi geçiren kadınlarda, benzer yaşlarda sağlıklı kadınlarla karşılaştırıldığında, bilateral kol elevasyonu ile skapula kinematiklerinde anlamlı farkların oluştuğunu göstermektedir (6-8).

2. Meme Anatomisi

Meme, pektoral bölgenin yüzeysel fasciası içerisinde, sternum ile linea aksillaris mediana arasında yer alan bezdir. Normal pozisyonda genellikle 2-6 kostalar seviyesinde bulunur. Glandula mammaria denilen meme bezleri ekzokrin bezlerdir. Meme bezlerinin salgı yapması ve salgılaması hormonlarla kontrol edilir. Bu bezler 15-20 lobdan oluşur ve her lobun bir kanalı (ductus lactiferi) vardır. Meme dokusu kas içermez ancak meme dokusu altında kostalara bağlı olan pektoralis majör ve minör kasları vardır (9). Memeyi oluşturan yapılar süt bezleri, süt kanalları, yağ ve lif dokusudur. Süt ampul şeklindeki loblarda üretilir. Sütü göğüs ucuna duct adındaki küçük kanallar iletir (10).

İnsan memesi ligamentlerin, sinirlerin, arterlerin, venlerin ve lenfatiklerin kompleks bir ağıyla örülmüş, derinin, subkuten dokunun, meme parankiminin (duct ve lobüller) modifiye edilmiş kuten dış salgı bezidir. Normal bir meme dokusu cilt, yağ, fibroglandular meme dokusu (ductlar, lobüller ve destekleyici fibröz doku) ve nörovasküler yapılardan oluşur (11). Memenin lenfatik drenaj sistemi, venöz sistemle paralel seyreder. Memenin zengin lenfatik sistemi, meme kanallarının duvarlarından ve interlobüler bağ dokusundan kaynaklanır. Derin lenfatik kanallar özellikle subareolar pleksusta meme başı etrafında, daha yüzeysel lenfatik plexus ile iletişim halindedir. Normalde lenf nodları hipervaskülerdir ve 3 mm'den incedir (12). Memede lenfatik drenajın % 75'inden fazlası memeden aksiller lenf nodlarına doğrudur. Genellikle, aksiller bölgede 20-30 adet lenf nodu vardır. Yüzeysel lenf nodları diğer memeye ve anterior abdominal duvarla ilişki içerisinde. Supraclavicular nodlara direk bir drenaj burada söz konusudur. Memenin epitelyal ve mezenkimal komponentlerinin lenfatik drenajı, meme kanseri metastazının birincil yayılım yoludur (10).

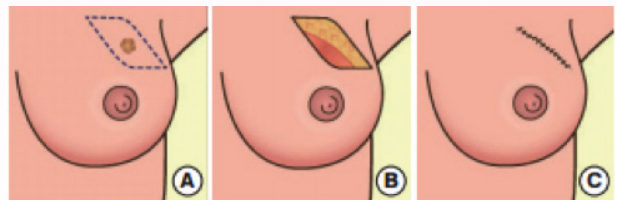
3. MEME KANSERİ NEDENİYLE UYGULANAN CERRAHİ TEDAVİLER

3.1 Profilaktik Mastektomi

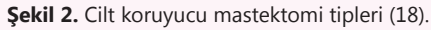
Yüksek riskli atipik duktal hiperplazi, atipik lobüler hiperplazi, kalıtsal germline mutasyonlar, belirgin pozitif aile hikayesi veya bu durumların kombinasyonları gibi bazı yüksek riskli durumlar her iki memenin belli bölgelerinin profilaktik amaçlı çıkarılmasını gerektirebilir. Profilaktik mastektomide ortaya çıkan eğilim, malign hücreleri tamamen temizlemek için, meme ucu ve areolar doku korunarak, subareolar bölgenin intraoperatif örnekleme ile çıkarılmasıdır. Profilaktik mastektomiler, fiilen mümkün olmamasına rağmen, bilateral olarak tüm meme dokusunun çıkarılması için yapılır, çok yaygın olmayan bu uygulamanın uzun dönemli takip çalışmalarına ihtiyaç vardır (13).

3.2 Meme Koruyucu Cerrahiler

Erken evre meme kanseri olan hastaların çoğu genel sağ kalım açısından mastektomiye benzer etkilere sahip meme koruyucu cerrahiyi tercih ederler (14). Meme koruyucu cerrahide palpe edilebilen meme tümörleri hafif sedasyon ya da genel anestezi altında 5-7 cm uzunluğunda açılan küçük bir insizyonla, tümör, çevresindeki bir miktar normal dokuyla çıkarılır. Gerekli durumlarda koltuk altından da bir miktar lenf nodu çıkarılabilir (Şekil1). Palpe edilemeyen lezyonlarda, çıkarılacak alanı kesin olarak belirlemek için iğneyle lokalizasyon belirlemek gerekir (13). Memeye radyoterapi hikayesi, mevcut gebelik, şüpheli görünen mikrokalsifikasyonlar, yaygın etkilenim gibi durumlar meme koruyucu cerrahi açısından kontraendikedir (15). Yapılan çalışmalar lumpektomi ile sentinel lenf nodu biyopsisinin (SLNB) ya da aksiller lenf nodu diseksiyonunun (ALND) modifiye radikal mastektomi ile aynı sağ kalım oranlarına sahip olduğunu göstermektedir (Şekil 2). Parsiyel (segmental) mastektomi ise, kanserli memenin bir miktar normal meme dokusuyla çıkarılmasıdır. Tümör altındaki göğüs kasları da çıkarılabilir (16).



Şekil 1. Lumpektomi (A) operasyon öncesi çıkacak alanın işaretlenmesi (B) lumpektomi uygulaması (C) operasyon sonrası yeniden şekillendirme (17).

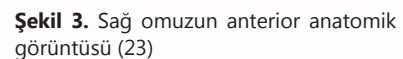


Basit total mastektomi, modifiye radikal mastektomi ve radikal mastektomi tiplerini içerir. En çok tercih edilen uygulama modifiye radikal mastektomidir. Mastektomi genel anestezi gerektiren bir uygulamadır. Acil ya da gecikmiş rekonstruktif cerrahi planlandığında, cilt koruyucu mastektomi yaygın olarak uygulanır (19). Modifiye radikal mastektomi, büyük tümörler, lumpektomi sonrası görülen pozitif bulgular, radyoterapinin kontraendike olduğu durumlar ya da kadının mastektomiyi kendi cerrahi tedavi yöntemi olarak tercih ettiği durumlarda uygulanır. Modifiye radikal mastektomi tüm memenin ve koltuk

4. OMUZ ANATOMİSİ VE BİYOMEKANİĞİ

4.1 Glenohumeral Eklem

Diğer eklemlerden farklı olarak glenohumeral eklem sadece ligamentlerle değil, kaslarla da stabilize edilmiştir. Bu da eklem daha geniş bir



hareket etme yeteneği sağlar (22) (Şekil 3).

Glenohumeral eklem geniş bir hareket yeteneğine sahip olduğundan, yaralanma riski de yüksektir. Arcus coracoacromialis humerus başını üstten destekleyerek yukarı çıkmasını önler. Musculus (M.) deltoideus, humerus başının aşağıya çıkmasını önlerken, m. triceps brachii'nin uzun başı, m. coracobrachialis ve m. biceps brachii de yardımcı olurlar. M. deltoideus omuz eklemini önden, arkadan ve dıştan örter (21) (Şekil 4).

4.2 Sternoklavikular Eklem

Articulatio (Art.) sternoklavicularis üst ekstremité ile gövde arasındaki tek eklemdir ve vücudun en sık hareket eden eklemlerindendir. Sternumla ilişkisi dışında, klavikula toraksa boyun, kol ve torakal kaslarla bağlıdır. Sternoklavikular eklem hareketleri eklemin her iki bölümünde olmak üzere klavikular hareket sonucu gerçekleşir. Klavikula protraksiyon, retraksiyon, elevasyon ve depresyon hareketleri yapar (21).

4.3 Akromioklavikular Eklem

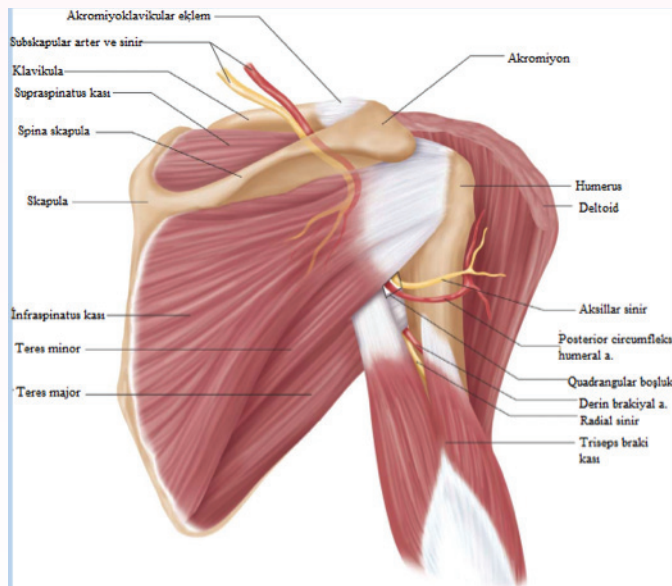
Art. Akromioklavicularis, klavikulanın extremitas akromialis ile skapulunun akromiyonu arasında plana tipi bir eklemdir. M. trapezius ve m. serratus anterior skapulunun yukarı rotasyonunu gerçekleştirmesi için, akromioklavikular eklem skapulunun toraksın konturuna uygun değişimlerini yapmasını sağlayacak olan medial ve lateral rotasyonlarını ve antero-posterior kaymalarını yapmaktadır. Böylece skapula ve glenoid fossa 30° yukarı doğru rotasyon yapar. Klavikula S şeklinde bir yapı olmasından dolayı akromiyal

ucunun yukarıya dönmesine neden olur. Klavikulanın lateral ucu yukarı döndüğünde buraya tutunan skapulayı da taşır ve glenoid fossanın yukarı doğru tiltiyle kalan 30°'lik rotasyon gerçekleştirilmiş olur (21).

4.4 Skapulotorasik Eklem

Skapulotorasik eklem gerçek sinovial bir eklem olmamasına rağmen, m. subskapularis ve m. serratus anterior fasyalarının kayma yüzeyi oluşturması ile fonksiyonel bir eklem gibi davranır. Skapula, toraksa akromioklavikular ve sternoklavikular eklemler aracılığı ile bağlıdır. Skapulotorasik hareket için en fazla önem taşıyan iki kas m. serratus anterior ve m. trapezius olmakla birlikte m. levator skapula, mm. rhomboidei, m. pectoralis minör ve m. subclavius'un da etkin rolleri vardır (21).

Skapulotorasik hareket üst ekstremitenin normal fonksiyonu için çok önemlidir. Skapulotorasik eklem, glenohumeral eklem stabilitesi, subakromiyal boşluk alanı, alt ekstremité ve gövdeden gelen kuvvetlerin üst ekstremitéye aktarılması açısından önem arz etmektedir (24). Skapulayı çevreleyen 14 kas olmasına rağmen, trapezin üst ve alt parçaları ile serratus anterior kasının skapulotorasik hareket için daha önemli olduğuna inanılmaktadır. Bu kaslar skapulunun yukarı rotasyonu ve retraksiyonunu sağlayan kaslar olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, trapezin üst ve alt parçası ile serratus anterior kası skapulunun eksternal rotasyon ve posterior tilt hareketini açığa çıkarmasında rol oynar (25). Bunun dışında rhomboidler skapulayı mediallyden stabilize eder ve skapulunun eksternal rotasyonuna yardım eder,



Şekil 4. Sağ omuzun posterior anatomik görüntüsü (23)

levator skapula, skapulayı yukarı doğru çeker ve skapulanın aşağı rotasyon hareketi sırasında glenoid kaviteye aşağı doğru tilt yaptırır, pektoralis minör skapulayı internal rotasyona çeker, skapulanın aşağı doğru rotasyon ve depresyonuna yardımcı eder, infrapinatus skapular eksternal rotasyonu kontrol eder (21, 26).

Kolun elevasyonu hem glenohumeral hem skapulotorasik eklemlerin hareketini içerir. Omuz hareketlerinin ideal şekilde gerçekleşebilmesi skapula ve humerus arasındaki ilişkiye bağlıdır. Glenohumeral eklemdaki hareketin skapulotorasik eklemdaki harekete oranı ortalama olarak 2:1 olarak kabul edilmektedir. Glenohumeral eklem ile skapulotorasik eklem arasındaki bu fonksiyonel koordinasyon skapulo-humeral ritm olarak bilinir. Bu uyumun bozulmasının nedenlerinden biri de skapular diskinezidir (27).

5. MASTEKTOMİ SONRASI GELİŞEN LENFÖDEMDE GÖRÜLEN OMUZ PROBLEMLERİ

Meme kanseri tedavisini takiben görülen omuz morbiditesi olası bir gerçektir. Hastaların yakındıkları kol morbiditesi; ağrı, kuvvet kaybı, gerginlik ve fonksiyonel kapasitede azalmayı içerir. Kol ve omuzun ağrısız normal eklem hareketi; skapulotorasik, glenohumeral, akromiyoavikular ve sternoklavikular eklemin sağlamlılığını gerektirir (6).

Cerrahi ve radyoterapinin bir sonucu olarak etkilenen bölgede oluşan skar doku ve fibrozis, yumuşak dokunun gerilmesi ve ağrı nedeniyle inhibe olan hareket, omuz çevresi mekaniğini etkileyebilir. Literatürde, omuz morbiditesi cerrahi sonrası radyoterapi alan kadınlarda (% 17), radyoterapi almayan kadınlara (% 2) oranla anlamlı olarak yüksek bulunmuştur (7).

Meme kanseri tedavisi gören kadınlar sıklıkla omuz ağrısından ve fonksiyonelliklerinin azalmasından şikayet eder. Cerrahiden hemen sonra ve cerrahi sonrası 6 yıl arasında, kadınların %10-55'i omuz hareketlerinde kısıtlılıktan, %22-38'i omuz ağrısından, %42-56'sı ağırlık taşıma ya da baş üstü aktivitelerde zorluklar yaşamaktan yakınır. Mastektomiden 5-6 yıl sonra, SLNB geçiren kadınlar ALND geçiren kadınlara oranla sırasıyla omuz ağrısından %9 - %25, omuzda sertlikten %14 - %24, baş üstü aktivitelerde kollarını kaldırmada yetersizlikten %3 - %7 ve omuz ya da kolda kuvvet kaybından %11 - %23 oranlarında şikayet ederler (8).

Cerrahi sonrası görülen LÖ, ilerleyici ve kronik bir hastalıktır. Ekstremitte hacmindeki artış,

ağrıya, postüral değişikliklere ve motor kapasitesini düşürerek kişinin fonksiyonel kapasitesinde azalmaya yol açar. Kol LÖ'i olan hastalarda sıklıkla omuz eklem hareket açıklığında azalma, rotator cuff tendiniti, kuvvet kaybı, myofasiyal ağrı, kas kontraktürleri, interkostobrakial nöropati, skapula ve omuz bölgesinde ağrı ve omuz ve servikal-torakal bölgede postüral değişiklikler görülür. Birçok hasta, kolda ağırlık ve sertlik hissinden, aşırı yorgunluktan yakınır. Kol LÖ'i olan hastalarda etkilenmiş taraf kol salınımlarında azalmalar, eklem hareket açıklığında sağlam ekstremiteye oranla anlamlı derecede düşüş ve yorgunluğun sağlam ekstremiteden daha çabuk oluştuğu literatürde bildirilmektedir (28).

Omuz biyomekaniğini etkileyen bir başka etmen ise LÖ süresidir. LÖ süresi arttıkça, kişinin skapular kinematiklerinin bozulduğu literatürde bildirilmektedir (29). Diğer bir deyişle LÖ durasyonu omuz patalojisinin yapısını etkilemektedir (30, 31). Jang ve ark. (32), unilateral meme kanseri tedavisi sonrası evre 2 ve evre 3 LÖ gelişen, ortalama 650 gündür LÖ'i olan 47 kadın olguda, LÖ durasyonunun omuz patolojilerine etkisini incelemişler ve hastaların %13'ünde supraspinatus tendonunda yırtık, %26'sında subakromial subdeltoid bursa kalınlaşması, %14'ünde biceps brachii tendon kılıfında gerilme, %11'inde adeziv kapsülit bulmuştur. Bunun sonucunda, LÖ durasyonunun rotator cuff tendon patolojisine neden olduğunu bildirmektedir. Ayrıca, supraspinatus tendonundaki yırtığın da LÖ durasyonu ile arttığını belirtmiştir. LÖ durasyonunun rotator cuff patolojileri açısından risk oluşturmaya bir açıklama da LÖ'in durasyonunun artmasıyla rotator manşet patolojisinde çekiş efekti ile rotator manşette biriken bir etki sonucu supraspinatus tendon yırtığı görülebileceği belirtilmiştir (33).

5.1 Eklem Mobilitesinde Azalma

Cerrahi teknikler ve postoperatif bakımdaki gelişmelere rağmen mastektomi operasyonu geçiren kadınlar omuz limitasyonu ve biyomekanik bozuklukları açısından meme koruyucu cerrahi geçiren kadınlara nazaran, 6 kat daha fazla risk altındadır (7).

Normalde humerus skapulayla senkronize bir şekilde hareket eder. Skapulohumeral ritim, skapulotorasik ve skapulohumeral kasların kompleks proprioseptif bileşeni ve humerus başı ve glenoid fossanın hareket boyunca korunan ilişkisiyle gerçekleşir. Yumuşak doku hareketliliği ve bir memenin kaybindan kaynaklanan göğüs duvarındaki kütle dağılımındaki asimetri, üst ekstremitte hareketlerini ve gövde ve kol arasındaki

ilişkiyi etkileyebilir. Önceki çalışmalar, meme kanseri tedavisi olarak uygulanan cerrahinin sonucu olarak, üst gövde çevresindeki kasların aktivasyonu ve boyutunda değişiklikler olabildiğini ve yumuşak dokuda kontraktürler meydana geldiğini, bu nedenle üst ekstremitede eklem hareket kısıtlılığı görülebildiğini göstermektedir (7).

Üst ekstremitede hacmindeki artış gerginliğe, yorgunluğa, kolda ağırlık hissine, eklem mobilitesinde azalmaya, rahatsızlık hissine, ağrıya, kas kontraktürlerine, postüral değişikliklere ve fonksiyonel disabiliteye neden olabilmektedir (34). LÖ'e sekonder olarak gelişen mobilite kaybı hastaların % 60'ında cerrahi sonrası 7 yıla kadar devam eder. Bu hareket kaybının spesifik etyolojisi bilinmemektedir. Olası teoriler fibrozis, skar doku, ağrı ve pektoral kas gerginliğinin eklem limitasyonlarına neden olduğunu savunmaktadır (35).

Ayrıca LÖ şiddeti arttıkça skapular yukarı rotasyon hareketinde de bir düşüş görülür. Bu da üst ekstremitede eklem hareket kısıtlılığının nedenlerinden biridir. Yine literatürde skapular yukarı rotasyon hareketinin adeziv kapsüli olan bireylerde (36, 37) ve idiopatik omuz kısıtlılığı olanlarda arttığını (38), çok yönlü omuz instabilitesi olanlarda ise azaldığını (39) gösteren çalışmalar vardır.

ALND sırasında aksillada, aksillar dokuya ilave olarak 10 ile 40 arasında lenf nodu çıkarılır. Hastalarda ALND sonrası fleksiyon ve abduksiyon eklem hareket açıklıklarında azalma görülür. Yeni bir uygulama olan SLNB'nde sadece 1 ile 3 arasında lenf nodu çıkarılır ve ALND'den daha az invaziv bir yöntemdir. Bu sebeple omuz hareketlerinde, ALND'den daha az seviyede bir kayba sebep olur. Anterior göğüs duvarında ve aksillar bölgedeki doku değişiklikleri, cerrahi prosedürler, kemoterapi ve radyoterapiyle ilişkilidir. Radyoterapi ve kemoterapi doku iyileşmesini yavaşlatması, cerrahi nedeniyle oluşan skar doku, fibrozis ve dokuda meydana gelen sertlikler omuz hareketlerini sınırlamaktadır (40).

Omuz fleksiyonunun etkilenimi meme kanseri tedavisi geçiren popülasyonda en sık çalışılan eklem hareketi olduğu bilinmektedir. Harrington ve ark. (41), meme kanseri tedavisi sonrası hastalarının etkilenen omuzlarının aktif fleksiyon hareketini ortalama 156.5° bulmuşlardır. Hayes ve ark. (42), ise benzer çalışmalarında hastalarının aktif omuz fleksiyon hareketini 143° bulmuşlardır. Diğer benzer çalışmalarda bulunan aktif omuz fleksiyonunun ortalama değerleri 152-168° arasında değişmektedir (43-46). Literatürde meme kanseri tedavisi sonrası kadınlarda omuz ekster-

nal rotasyonunun eklem hareket açıklığı ortalama 80-86°olarak bildirilmektedir (45-48). 101 sağlıklı kadında yapılmış normotiv dataya göre omuz eksternal rotasyon hareketinin normal değeri 90° olarak bildirilmektedir (43). Mastektomi sonrası literatürde abduksiyon için 7-33°, internal rotasyon için 1-4° kayıp olabileceği bildirilmektedir (49-51). Bunun dışında, radikal ve modifiye radikal mastektomi gibi göğüs duvarından yapılan ve daha fazla dokunun travmatize olduğu cerrahi geçirmiş kadınlarda eklem hareket kısıtlılığı daha fazla görülebilmektedir. Ayrıca bu cerrahiler sonrası oluşan skar, dokunun esnekliğini azalttığından eklem hareket açıklıkları da kısıtlanabilmektedir (29). Ayrıca literatürde LÖ şiddeti arttıkça omuz eklem hareket açıklığının daha da azaldığı belirtilmektedir (29).

5.2 Skapular Diskinezi

Skapular diskinezi; skapulanın dinlenmede ve/veya hareket halinde iken hareketlerindeki anormallik ve bunun sonucunda bozulmuş skapulohumeral ritm olarak tanımlanmaktadır (52). Kas zayıflığı, nöropati, kaslarda kısıllık, spazm, yorgunluk, ağrı gibi nedenler skapular diskineziye sebep olabilmektedir. Skapular diskinezinin en önemli sebebi olarak ise kassal imbalans gösterilmektedir (52, 53). Sıklıkla karşılaşılan bir durum olan trapezin üst parçasının aşırı aktivasyonu ve kısıllığı sonucu skapular posterior tilt azalır. Trapezin orta parçasının zayıflığı skapulanın eksternal rotasyonunda azalma olarak karşımıza çıkar. Trapezin alt parçasının zayıflaması sonucu skapulanın eksternal rotasyonu ve yukarı rotasyonu etkilenir. Rhomboidlerin zayıflığında yine eksternal rotasyon etkilenir ve retraksiyon hareketi azalır. Levator skapulanın aşırı aktivasyonu ile skapulanın posterior tilti azalır. Pektoralis minörün aşırı aktivasyonu ve kısıllığı sonucu da skapulanın anterior tilti ve internal rotasyonu artar (21, 54, 55). Skapula kinematik paternlerindeki değişimler impingement sendromu, ağrı gibi sekonder omuz problemlerine neden olabilir (40).

5.3 İmpingement Sendromu

Skapular diskinezi sonucu impingement sendromu görülebilir. Skapulada kuvvet çiftlerinin üst kısmını trapezin üst lifleri, levator skapula, serratus anteriorun üst lifleri, alt kısmını trapezin alt lifleri ve serratus anteriorun alt lifleri oluşturur. Bu kuvvet çiftlerinden alt kısmın zayıflığı ve üst kısmın kısıllığı subakromiyal boşluğun daralmasına bu da impingement sendromunun ortaya çıkmasına neden olabilmektedir (21, 56). Rotator kılıf kasları skapular stabilizasyonda rol oynar-

yan, skapuladan başlayıp humerusta sonlanan ve skapulohumeral ritmin sağlanmasında görev alan kaslardır. Supraspinatus ve infraspinatus kas zayıflığı ile skapular stabilizasyon bozulur. Tekrarlı yüklenmeler ile patoloji ilerler ve rotator kılıf yırtıkları ile sonuçlanabilir. Rotator kılıf yırtığında skapular kinematik etkilenebilir. Beklenen bir sonuçtur (21, 57). Skapulotorasik hareket glenohumeral harekete göre orantısız olduğunda mikrotravma ve uzun dönem ağrı açısından risk oluşturur. Örneğin, skapula retraksiyonunun, subakromiyal boşlukta artışa neden olarak impingementi önlediği bulunmuştur. Bu boşluktaki küçük değişiklikler, kol elevasyonu sırasında, rotator cuff kasları ve bursa gibi subakromiyal yapıların sıkışmasına neden olabilir (8).

Skapulanın eksternal rotasyonundaki azalma, omuzun eksternal impingementine neden olabilmektedir, bu da subakromiyal boşluğun azalmasına böylece subakromiyal bursa ve rotator cuff tendonlarının sıkışmasına neden olur (56). Dahası, skapulanın internal rotasyonundaki artış glenohumeral eklemi daha fazla eksternal rotasyona zorlayabilir bu da rotator cuffın posterior parçasının internal impingementi ile ilişkilidir (58). Bu sebeplerden dolayı mastektomi hastalarında subakromiyal boşluğun daralması sonucu sıkışma sendromu görülebilir. Klinikte LÖ hastalarında görülen ağrının aslında bu gibi nedenlerden kaynaklanıyor olabilir, bu sebeple bu hasta grubunun skapular hareket paternlerinin değerlendirilmesi de gerekebilir. Eğer değişen skapula kinematik paternleri doğru egzersizlerle düzeltilmezse, hastada impingement gibi omuz patolojilerinin oluşma riski artabilir (40).

Crosbie ve ark. (7), omuzda ağrısı olmayan unilateral mastektomili kadınların koronal düzlemde abduksiyon sırasında ilişki içerisinde olan skapular ve glenohumeral eklem hareketlerinde kompleks kinematik bozulmalar olduğunu belirtmektedir. Kinematik değerlendirmeler sonucu skapulada sağlıklı gruba göre daha çok internal rotasyonda ve anterior tiltte artış yönünde değişiklikler olabileceği, bunun da ilerleyen zamanlarda impingement sendromu gibi omuz sorunlarına yol açabileceği, bu nedenle bu hastaların tedavi programına, bu tip sorunlar görülmeden koruyucu amaçlı olarak doğru egzersiz programının eklenmesi önerilmektedir (8).

5.4 Fonksiyonel Sorunlar

Üst ekstremité fonksiyonu, yeterli omuz ve skapular mobilite gerektirir (8). Sağlıklı asemptomatik kişilerin, günlük yaşamlarının spesifik aktivitelerinde humerotorasik elevasyon miktarları;

kontralateral aksillayı yıkamak için ya da saç taramak için sırasıyla 46-119° arasında eklem hareket açıklığına ihtiyaçları vardır (35).

Çalışmalar mastektomi geçiren kadınların cerrahiden 3.4 yıl sonra %31'inin omuz eklem hareket açıklığının azaldığını ve etkilenen taraf skapulanın yukarı rotasyonunun arttığını göstermektedir. Ayrıca, omuz fleksiyon ve abduksiyon hareketleri bozulmaktadır. Abduksiyon hareketi bozulan ve LÖ'ü olan kadınlarda 'Kısa Form - Kol, Omuz ve El Sorunları Anketi (DASH)' skorlarının daha yüksek olduğu, LÖ şiddeti arttıkça DASH skorlarının da arttığı belirtilmektedir (35).

DASH için omuz bozukluğunu gösteren standart bir değer aralığı yoktur ancak 100 üzerinden 20 ve üzerinde alınan skorlar önemli bir fonksiyon kaybı olduğunu gösterir (59). DASH skorlarının LÖ şiddetlendikçe arttığı görüldü. Benzer şekilde literatür DASH skorunun LÖ şiddetinden etkilendiğini, şiddet arttıkça DASH skorunun arttığını göstermektedir (41, 60, 61). Hayes ve ark. (42), unilateral meme kanseri sonrası tedavi edilen ve en az 6 ay geçen 258 kadını dahil ettiği çalışmalarında ortalama DASH skorunu 10.8 bulmuşlardır. Crosbie ve ark. (7), çalışmalarında mastektomi geçirmiş ancak LÖ gelişmemiş vakalarla sağlıklı bireyleri karşılaştırdıkları çalışmalarında, mastektomi geçiren grubun DASH skorlarının daha yüksek olduğunu bildirmektedirler. Harrington ve ark. (41) ise, meme kanseri tedavisi sonrası dahil ettikleri vakalarla sağlıklı grubu karşılaştırmışlar ve DASH skorlarının mastektomi hastalarında daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Görülen farklılık cerrahi tiplerinin farklı olmasından, LÖ varlığı ve şiddetinin farklı olmasından, dahil edilen grubun yaş, boy, kilo, VKİ gibi fiziksel özelliklerinin benzer olmamasından kaynaklanmaktadır. Literatürde lumpektomi geçirenlerin, modifiye radikal mastektomi operasyonu geçirenlere göre daha az omuz disfonksiyonu gösterdiği belirtilmektedir. Yapılan bir çalışmada modifiye radikal mastektomi geçiren hastaların ortalama 32.2 DASH puanı aldığı görülmüştür (62-64). Bu açıdan bakıldığında daha çok dokunun etkilendiği cerrahi geçiren hastalar daha yüksek DASH skoru göstermiştir.

5.5 Omuz Kuşağı Kas Performansında Görülen Sorunlar

Shamley ve ark (65), meme kanseri tedavisi nedeniyle mastektomi geçiren 155 hasta ve 21 sağlıklı grubu almışlar 3 boyutlu kinematik analiz ve EMG ölçümü yapmışlardır. Hastalarda her iki omuzda normal varyasyonun üzerinde hareket deviasyonları bulmuştur. Yapılan çalışmalar; ska-

pulayı kontrol eden serratus anterior, üst trapez, pektoralis majör ve romboidlerde kas aktivitesinin düştüğünü göstermektedir. En göze çarpan değişim, üst trapez ve romboidlerdeki aktivite azalmasının omuz ağrısı ve disabilitesiyle ilişkili olmasıdır. Sağlıklılarda sağ kolda sola karşın skapulunun daha fazla yukarı rotasyon gösterdiğini bildirmişlerdir. Bu farklılığın meme kanseri tedavisi gören hastalarda da benzer olduğu, etkilenen kolun daha az yukarı rotasyon gösterdiği ifade edilmektedir. Bunun sebebi olarak ise kemoterapinin üst trapez ve serratus anterior aktivitelerini etkilemesi gösterilmektedir. Aynı şekilde hastaların cerrahi farklılıklarının da skapular hareket paternlerini farklı şekilde etkileyeceği belirtilmektedir. Yine literatürde levator skapulada, rhomboid kaslardaki spazmın skapular yukarı rotasyonu engellediği bildirilmiştir. Bunların yanında üst trapez ve serratus anterior kaslarındaki aktivitelerin azalması da skapular yukarı rotasyon hareketini kısıtlamaktadır (66).

Yine yapılan EMG çalışmaları mastektomi geçiren kadınlarda etkilenmiş taraf rhomboid, trapez ve serratus anterior kaslarının etkilenmemiş tarafa kıyasla daha düşük kas aktivitesi gösterdiği belirtilmektedir (8). Literatürde geniş lokal eksizyon cerrahisi geçiren meme kanseri hastalarının serratus anterior ve pektoralis majör kaslarının aktivitesinde bir düşüş bildirilmektedir (6).

6. SONUÇ

Sonuç olarak, mastektomi sonrası üst ekstremitelerinde LÖ gelişen bireylerde üst ekstremitte eklem hareket açıklığında kısıtlılık, skapular kinematiklerde bilateral deviasyolar, impingement sendromu, günlük yaşam aktivitelerinde kısıtlılık, omuz kuşağı kas performansında normalden sapmalar yalnızca mastektomi geçirenlere nazaran daha fazla görülebilmektedir. Bu nedenle, bu hasta grubu tedavi edilirken, omuz problemlerine yönelik yapılan tedavinin yanı sıra, olası omuz problemlerinin LÖ ile birlikte daha fazla ağrıya olmaması için, hastaların LÖ açısından değerlendirilmeleri ve LÖ'lerine yönelik gerekli önlem ve tedavilerin yapılması önem arz etmektedir. Ayrıca fizyoterapistlerin yalnızca hastaların etkilenen tarafını değil, aynı zamanda etkilenmeyen tarafını da tedavi programına dahil etmesi, diğer bir deyişle hastanın bir bütün olarak ele alınması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

1. Ibrahim AO, Alawad AA. Risk factors and Management of Breast Cancer-Related Lymphedema. *Int J Med (Dubai)*. 2015;3(1):38-40.

2. DiSipio T, Rye S, Newman B, Hayes S. Incidence of unilateral arm lymphoedema after breast cancer: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Oncol*. 2013;14(6):500-15.
3. Honnor A. Classification, aetiology and nursing management of lymphoedema. *Br J Nurs*. 2008;17(9):576-86.
4. Voogd AC, Ververs JM, Vingerhoets AJ, Roumen RM, Coebergh JW, Crommelin MA. Lymphoedema and reduced shoulder function as indicators of quality of life after axillary lymph node dissection for invasive breast cancer. *Br J Surg*. 2003;90(1):76-81.
5. Chevillat AL, Tchou J. Barriers to rehabilitation following surgery for primary breast cancer. *J Surg Oncol*. 2007;95(5):409-18.
6. Shamley D, Srinaganathan R, Oskrochi R, Lascrain-Aguirrebena I, Sugden E. Three-dimensional scapulothoracic motion following treatment for breast cancer. *Breast cancer research and treatment*. 2009;118(2):315-22.
7. Crosbie J, Kilbreath SL, Dylke E, Refshauge KM, Nicholson LL, Beith JM, et al. Effects of mastectomy on shoulder and spinal kinematics during bilateral upperlimb movement. *Physical therapy*. 2010;90(5):679-92.
8. Shamley D, Lascrain-Aguirrebena I, Oskrochi R, Srinaganathan R. Shoulder morbidity after treatment for breast cancer is bilateral and greater after mastectomy. *Acta Oncol*. 2012;51(8):1045-53.
9. Cumhur M, Yener N, Tuncel M. *Temel anatomi*: Metu Press; 2001.
10. Pandya S, Moore RG. Breast development and anatomy. *Clin Obstet Gynecol*. 2011;54(1):91-5.
11. Ramsay DT, Kent JC, Hartmann RA, Hartmann PE. Anatomy of the lactating human breast redefined with ultrasound imaging. *J Anat*. 2005;206(6):525-34.
12. Jesinger RA. Breast anatomy for the interventionalist. *Tech Vasc Interv Radiol*. 2014;17(1):3-9.
13. Lester J. Local treatment of breast cancer. *Semin Oncol Nurs*. 2015;31(2):122-33.
14. Chatterjee A, Pyfer B, Czerniecki B, Rosenkranz K, Tchou J, Fisher C. Early postoperative outcomes in lumpectomy versus simple mastectomy. *J Surg Res*. 2015.
15. Jorns JM, Daignault S, Sabel MS, Wu AJ. Is intraoperative frozen section analysis of reexcision specimens of value in preventing reoperation in breast-conserving therapy? *Am J Clin Pathol*. 2014;142(5):601-8.
16. Fisher B, Anderson S, Bryant J, Margolese RG, Deutsch M, Fisher ER, et al. Twenty-year follow-up of a randomized trial comparing total mastectomy, lumpectomy, and lumpectomy plus irradiation for the treatment of invasive breast cancer. *N Engl J Med*. 2002;347(16):1233-41.
17. Yang JD, Lee JW, Cho YK, Kim WW, Hwang SO, Jung JH, et al. Surgical techniques for personalized oncoplastic surgery in breast cancer patients with small- to moderate-sized breasts (part 1): volume displacement. *J Breast Cancer*. 2012;15(1):1-6.
18. Carlson GW. Technical advances in skin sparing mastectomy. *Int J Surg Oncol*. 2011;2011:396901.
19. Huston TL, Small K, Swistel AJ, Dent BL, Talmor M. Nipple-Sparing Mastectomy via an Inframammary Fold Incision for Patients With Scarring From Prior Lumpectomy. *Ann Plast Surg*. 2015;74(6):652-7.
20. Lugo R, Kung P, Ma CB. Shoulder biomechanics. *European Journal of Radiology*. 2008;68(1):16-24.
21. Baltacı PDG. *Omuz Yaralanmalarında Rehabilitasyon*: Pelikan Yayıncılık; 2015.

22. Brinckmann P, Frobin W, Leivseth G. Musculoskeletal biomechanics: Thieme; 2002.
23. Seroyer ST, Nho SJ, Bach BR, Jr., Bush-Joseph CA, Nicholson GP, Romeo AA. Shoulder pain in the overhead throwing athlete. *Sports Health*. 2009;1(2):108-20.
24. Ebaugh DD, Spinelli BA. Scapulothoracic motion and muscle activity during the raising and lowering phases of an overhead reaching task. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2010;20(2):199-205.
25. Ebaugh DD, McClure PW, Karduna AR. Three-dimensional scapulothoracic motion during active and passive arm elevation. *Clinical Biomechanics*. 2005;20(7):700-9.
26. Paine R, Voight ML. The role of the scapula. *International journal of sports physical therapy*. 2013;8(5):617-29.
27. Nordin M, Frankel VH. Basic biomechanics of the musculoskeletal system: Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
28. Balzarini A, Lualdi P, Lucarini C, Ferla S, Galli M, Crivellini M, et al. Biomechanical evaluation of scapular girdle in patients with chronic arm lymphedema. *Lymphology*. 2006;39(3):132-40.
29. Baran E. Mastektomi Sonrası Gelişen Lenfödem Şiddetinin Skapular Kinematiklere Etkisinin İncelenmesi. 2016.
30. Harris SR, Hugi MR, Olivotto IA, Levine M, Na, The Steering Committee for Clinical Practice Guidelines for the C, et al. Clinical practice guidelines for the care and treatment of breast cancer: 11. Lymphedema. *CMAJ: Canadian Medical Association Journal*. 2001;164(2):191-9.
31. Herrera JE, Stubblefield MD. Rotator cuff tendonitis in lymphedema: a retrospective case series. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2004;85(12):1939-42.
32. Jang D-H, Kim M-W, Oh S-J, Kim JM. The Influence of Arm Swelling Duration on Shoulder Pathology in Breast Cancer Patients with Lymphedema. *PloS one*. 2015;10(11):e0142950.
33. Ebaugh D, Spinelli B, Schmitz KH. Shoulder impairments and their association with symptomatic rotator cuff disease in breast cancer survivors. *Medical hypotheses*. 2011;77(4):481-7.
34. Zuther JE. Lymphedema management: the comprehensive guide for practitioners: Thieme; 2011.
35. Rundquist PJ, Linda Biggers P. Effects of lymphedema on shoulder kinematics and function in survivors of breast cancer: an observational study. *Rehabilitation Oncology*. 2012;30(3):9.
36. Vermeulen HM, Stokdijk M, Eilers PH, Meskers CG, Rozing PM, Vliet Vlieland TP. Measurement of three dimensional shoulder movement patterns with an electromagnetic tracking device in patients with a frozen shoulder. *Annals of the rheumatic diseases*. 2002;61(2):115-20.
37. Fayad F, Roby-Brami A, Yazbeck C, Hanneton S, Lefevre-Colau MM, Gautheron V, et al. Three-dimensional scapular kinematics and scapulohumeral rhythm in patients with glenohumeral osteoarthritis or frozen shoulder. *Journal of biomechanics*. 2008;41(2):326-32.
38. Rundquist PJ. Alterations in scapular kinematics in subjects with idiopathic loss of shoulder range of motion. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 2007;37(1):19-25.
39. Ogston JB, Ludewig PM. Differences in 3-dimensional shoulder kinematics between persons with multidirectional instability and asymptomatic controls. *The American journal of sports medicine*. 2007;35(8):1361-70.
40. Borstad JD, Szucs KA. Three-dimensional scapula kinematics and shoulder function examined before and after surgical treatment for breast cancer. *Hum Mov Sci*. 2012;31(2):408-18.
41. Harrington S, Padua D, Battaglini C, Michener LA, Giuliani C, Myers J, et al. Comparison of shoulder flexibility, strength, and function between breast cancer survivors and healthy participants. *Journal of cancer survivorship*. 2011;5(2):167-74.
42. Hayes S, Battistutta D, Newman B. Objective and subjective upper body function six months following diagnosis of breast cancer. *Breast cancer research and treatment*. 2005;94(1):1-10.
43. Barnes CJ, Van Steyn SJ, Fischer RA. The effects of age, sex, and shoulder dominance on range of motion of the shoulder. *Journal of shoulder and elbow surgery*. 2001;10(3):242-6.
44. Box RC, Reul-Hirche HM, Bullock-Saxton JE, Furnival CM. Shoulder movement after breast cancer surgery: results of a randomised controlled study of postoperative physiotherapy. *Breast cancer research and treatment*. 2002;75(1):35-50.
45. Cinar N, Seckin U, Keskin D, Bodur H, Bozkurt B, Cengiz O. The effectiveness of early rehabilitation in patients with modified radical mastectomy. *Cancer nursing*. 2008;31(2):160-5.
46. Hwang JH, Chang HJ, Shim YH, Park WH, Park W, Huh SJ, et al. Effects of supervised exercise therapy in patients receiving radiotherapy for breast cancer. *Yonsei medical journal*. 2008;49(3):443-50.
47. Doriot N, Wang X. Effects of age and gender on maximum voluntary range of motion of the upper body joints. *Ergonomics*. 2006;49(3):269-81.
48. Cho OH, Yoo YS, Kim NC. Efficacy of comprehensive group rehabilitation for women with early breast cancer in South Korea. *Nursing & health sciences*. 2006;8(3):140-6.
49. Kaya T, Karatepe AG, Gunaydn R, Yetis H, Uslu A. Disability and health-related quality of life after breast cancer surgery: relation to impairments. *Southern medical journal*. 2010;103(1):37-41.
50. Smoot B, Wong J, Cooper B, Wanek L, Topp K, Byl N, et al. Upper extremity impairments in women with or without lymphedema following breast cancer treatment. *Journal of cancer survivorship : research and practice*. 2010;4(2):167-78.
51. Blomqvist L, Stark B, Engler N, Malm M. Evaluation of arm and shoulder mobility and strength after modified radical mastectomy and radiotherapy. *Acta oncologica (Stockholm, Sweden)*. 2004;43(3):280-3.
52. Kibler WB, McMullen J. Scapular dyskinesis and its relation to shoulder pain. *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2003;11(2):142-51.
53. Kibler WB, Sciascia A. Current concepts: scapular dyskinesis. *British journal of sports medicine*. 2010;44(5):300-5.
54. Kibler WB. The role of the scapula in athletic shoulder function. *The American journal of sports medicine*. 1998;26(2):325-37.
55. Borstad JD, Ludewig PM. The effect of long versus short pectoralis minor resting length on scapular kinematics in healthy individuals. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2005;35(4):227-38.
56. Michener LA, McClure PW, Karduna AR. Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. *Clinical biomechanics*.

- 2003;18(5):369-79.
57. Merolla G, De Santis E, Campi F, Paladini P, Porcelini G. Infraspinatus scapular retraction test: a reliable and practical method to assess infraspinatus strength in overhead athletes with scapular dyskinesis. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*. 2010;11(2):105-10.
58. SOLEM-BERTOFT E, THUOMAS K-Å, WESTERBERG C-E. The influence of scapular retraction and protraction on the width of the subacromial space: an MRI study. *Clinical orthopaedics and related research*. 1993;296:99-103.
59. Michener LA, Leggin BG. A review of self-report scales for the assessment of functional limitation and disability of the shoulder. *Journal of hand therapy : official journal of the American Society of Hand Therapists*. 2001;14(2):68-76.
60. Smoot B, Wong J, Cooper B, Wanek L, Topp K, Byl N, et al. Upper extremity impairments in women with or without lymphedema following breast cancer treatment. *Journal of Cancer Survivorship*. 2010;4(2):167-78.
61. Dawes DJ, Meterissian S, Goldberg M, Mayo NE. Impact of lymphoedema on arm function and health-related quality of life in women following breast cancer surgery. *Journal of rehabilitation Medicine*. 2008;40(8):651-8.
62. Clarke M, Collins R, Darby S, Davies C, Elphinstone P, Evans V, et al. Effects of radiotherapy and of differences in the extent of surgery for early breast cancer on local recurrence and 15-year survival: an overview of the randomised trials. *Lancet (London, England)*. 2005;366(9503):2087-106.
63. Nesvold IL, Dahl AA, Lokkevik E, Marit Mengshoel A, Fossa SD. Arm and shoulder morbidity in breast cancer patients after breast-conserving therapy versus mastectomy. *Acta oncologica (Stockholm, Sweden)*. 2008;47(5):835-42.
64. Sugden EM, Rezvani M, Harrison JM, Hughes LK. Shoulder movement after the treatment of early stage breast cancer. *Clinical oncology (Royal College of Radiologists (Great Britain))*. 1998;10(3):173-81.
65. Shamley D, Lascrain-Aguirrebeña I, Oskrochi R. Clinical anatomy of the shoulder after treatment for breast cancer. *Clinical anatomy*. 2014;27(3):467-77.
66. Cools AM, Struyf F, De Mey K, Maenhout A, Castelein B, Cagnie B. Rehabilitation of scapular dyskinesis: from the office worker to the elite overhead athlete. *British journal of sports medicine*. 2014;48(8):692-7.

Kadınlarda Pelvik Taban Kaslarının Hipertonusuyla İlişkili Bozukluklar ve Fizyoterapisi

Uzm. Fzt. Esra ÜZELPASACI, Uzm. Fzt. Emine BARAN, Prof. Dr. Türkan AKBAYRAK
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
E-mail: uzelpasaciesra@gmail.com

ÖZET

Pelvik taban, pelvik visserayı destekleyen ve bu yapıların fonksiyonel kontrolünü sağlayan nöromusküler bir yapıdır. Pelvik tabanın anatomik ve fonksiyonel olarak bütünlüğü; gayta ve idrarın depolanması ve boşaltımı, pelvik organlara destek ve seksüel fonksiyonun sağlanması için gereklidir. Bu bütünlüğün herhangi bir sebeple bozulması birçok problemin görülmesine sebep olur. Pelvik tabanın zayıflığıyla ilişkili olan pelvik taban disfonksiyonunda stres üriner inkontinans, fekal inkontinans, pelvik organ prolapsusu gibi problemler görülebilmektedir. Ayrıca pelvik taban disfonksiyonu, bazı durumlarda pelvik tabanın hipertonusuyla da ilişkili olabilmektedir. Pelvik taban hipertonusu, pelvik taban kaslarında relaksasyon görülememesi ya da miksiyon ve defekasyon gibi fonksiyonel olarak gevşemesi gereken zamanlarda kontrakte olması durumudur. Pelvik tabanın hipertonic bozukluklarında, eliminasyon problemleri, kronik pelvik ağrı, ağrılı mesane sendromu ve seksüel bozukluklar ortaya çıkmaktadır. Bu hipertonic bozukluklar çok sık görülmekle birlikte klinikte göz ardı edilebilmektedir.

Literatürde pelvik taban kaslarının zayıflaması sonucu görülen üriner inkontinans, pelvik organ prolapsusu ve seksüel disfonksiyon tedavisinde fizyoterapi ve rehabilitasyonun etkinliğini araştıran çok sayıda çalışma olmasına rağmen hipertonic bozukluklarla ilişkili olarak görülebilecek problemlerde fizyoterapi ve rehabilitasyonun etkinliğini araştıran çok az çalışma vardır. Bu derlemeyle amacımız, pelvik tabanın hipertonic bozukluklarında fizyoterapinin yeri konusunda farkındalık oluşturmak ve ileri çalışmaların yapılmasını sağlamaktır.

Anahtar kelimeler: Pelvik taban, hipertonus, fizyoterapi.

ABSTRACT

The pelvic floor is a neuromuscular structure that supports the pelvic viscera and provides functional control of these structures. Anatomical and functional integrity of the pelvic floor; storage of stool and urine, emptying of the stool and urine, support for pelvic organs and sexual functioning. The corruption of this integrity for any reason causes many problems to be seen. Problems such as stress urinary incontinence, fecal incontinence, pelvic organ prolapse can be seen in the pelvic floor dysfunction associated with weakness of the pelvic floor. In addition, pelvic floor dysfunction may also be associated with hypertonus of the pelvic floor in some cases. The pelvic floor hypertonus is contracted in times of functional relaxation such as micturition and defecation or lack of relaxation in the pelvic floor muscles. In pelvic floor hypertonic disorders, elimination problems, chronic pelvic pain, painful bladder syndrome, sexual disorders occur. Although these hypertonic disorders are very common, they can be clinically overlooked.

Although there are many studies in the literature investigating the efficacy of physiotherapy and rehabilitation in the treatment of pelvic floor disorders caused by weakening pelvic floor muscles like urinary incontinence, pelvic organ prolapse and sexual dysfunction, there are very few studies investigating the efficacy of physiotherapy and rehabilitation in problems associated with hypertonic disorders. Our aim is to raise awareness of the role of physiotherapy in hypertonic disorders of the pelvic floor and to make further studies possible.

Keywords: Pelvic floor, hypertonus, physiotherapy.

1.GİRİŞ

Pelvik taban fonksiyon bozuklukları, kadınlarda oldukça yaygın olarak görülmektedir(1). Pelvik taban kaslarının zayıflamasıyla pelvik organ prolapsusu, üriner inkontinans gibi problemler ortaya çıkarken pelvik taban kaslarındaki tonus artışıyla daha geniş çapta nonspesifik semptomlar görülmektedir. Bu semptomlar; defekasyon,

miksiyon ve seksüel fonksiyon sırasında ağrı ve anal sfinkter ile pelvik taban kasları arasında koordinasyon bozukluğu ile ilişkili olmakta ve yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir(2). Bu yüzden pelvik taban hipertonusunda global anlamda semptomlar bütününe odaklanmak ve bu semptomları erken dönemde, etkili bir şekilde tedavi etmek gerekmektedir. Tedavinin başa-

rılı olması için multidisipliner yaklaşım oldukça önemlidir. Fizyoterapi ve rehabilitasyon ise pelvik taban hipertonusuyla ilişkili problemlerin iyileştirilmesinde oldukça etkili yöntemlere sahiptir.

2.PELVİK TABAN KASLARININ ANATOMİSİ

Pelvik taban kasları, önde pubik kemiklerden başlayıp doğrudan ya da endopelvik fasya aracılığıyla arkada sakrum ve koksikse yapışan kaslardır. Üretral ve anal sfinkter dışındaki tüm pelvik taban kasları bilateral simetrik olarak yerleşmiştir ve fonksiyonel ünite olarak çalışırlar. Kas kontraksiyonunda tüm kaslar bir bütün olarak çalışırlar fakat kontraksiyonun kalitesi ve kontraksiyona katılan kaslar yapılan göreve göre değişir (3).

Pelvik taban kasları; %70 tip 1 (yavaş kasılan), %30 tip 2 (hızlı kasılan) liflerden oluşmaktadır. Yavaş kasılan lifler, postüral stabilizasyonda ve pelvik organların desteklenmesinde rol oynar. Hızlı kasılan lifler, büyük oranda üretra ve anüs çevresinde yerleşmişlerdir. Özellikle öksürme, hapsirme gibi intra-abdominal basıncın arttığı durumlarda pelvik açıklıkların dinamik olarak kapanmasında görev alırlar (3).

2.1. Yüzeyel Tabaka

Yüzeyel tabakada bulunan kaslar, musculus (m.) transversus superficialis perinei, m.bulbospongiosus ve m.ischiocavernosus'tur. Destekleyici role sahip olan m.transversus superficialis perinei, ischiopubic ramı'den başlayıp eksternal anal sfinktere katılarak perineal gövdede sonlanır. Eksternal anal sfinkter, yüzeyel tabakanın bir parçası olarak görülmektedir ve fekal kontinansın sağlanması ve defekasyonda önemli rol oynamaktadır (4).

M.Bulbospongiosus, kadınlarda klitoristen başlayıp vajinanın vestibul kısmını bilateral olarak sarar ve perineal gövdede sonlanır. Erkeklerde ise penisin corpus spongiosum kısmının proksimal bölümünü kaplar. Penil fasya ile devam edip perineal gövdede sonlanır. M.ischiocavernosus, pubic ramı'nın eksternal yüzeyinden başlayıp kadınlarda klitorisin crus kısmını erkeklerde penisin krus kısmını kaplar ve ischiopubic ramı'de sonlanır. M.bulbospongiosus ve m.ischiocavernosus ereksiyon, orgazm, ejakulasyon gibi seksüel olaylarda önemli rol oynamaktadır. Bu iki kasın combine olarak kontraksiyonu, penis ve klitoristen olan venöz akışı engelleyerek ereksiyonun devamını sağlar. M.ischiocavernosus kasılarak penisin elevasyonunu sağladığı için 'ereksiyon kası' olarak adlandırılırken m.bulbospongiosus ritmik

refleks kontraksiyonlarla semenin penisten atılımını sağladığı için 'ejakulasyon kası' olarak adlandırılır(4).

2.2. Orta Tabaka

Pelvik tabanın orta tabakası, perineal membran ya da ürogenital diyafram olarak bilinmektedir. Bu tabakanın anatomik komponentleri konusunda literatürde tartışmalar vardır. Çoğunlukla derin transvers perineal kasın orta tabakada ince bir muskuler tabaka oluşturduğu düşünülmektedir. Bu kasın, çizgili üretral sfinkterin bir parçası olduğu, kadınlarda 'kompresör üretra' veya 'üetrovajinalis' olarak adlandırıldığı, fonksiyonunun ise eksternal üretral sfinkterle bağlantılı olarak üriner kontinansın sağlanması ve miksiyona izin verilmesi olduğu söylenmektedir (5).

2.3. Derin Tabaka

Pelvik tabanın en derin tabakası 'pelvik diyafram' olarak bilinmekte ve m.coccygeus ve m.levator ani kas gruplarından oluşmaktadır. M.coccygeus, pelvik diyaframın posteriyor kısmını oluşturur. İskial spina ve sakrospinaz ligamentten başlar koksiksin lateral kısmına ve sakrumun alt kısmına yapışır. M.coccygeus'un fonksiyonu tam olarak anlaşılamamıştır. Anatomik pozisyonuna ve düzensiz dizilimine bakıldığında kuyruk kasının homoloğu ve evrimsel bir kalıntı olarak düşünülmektedir(5).

M.levator ani, pelvik tabanın dominant muskuler komponentidir. M.levator ani kas grubu, m.ilioococcygeus, m.pubococcygeus, m.puborectalis kaslarından oluşmaktadır. M.pubococcygeus ve m.puborectalis bazen pelvik visserayla olan bağlantıları nedeniyle 'pubovisseral kas' olarak adlandırılmaktadır. İlioococcygeus ve pubococcygeus önde pubik kemiklerden başlayıp arkada anococcygeal raphe ve koksikse yapışır. Puborectalis ise önde her iki yandaki pubik kemiklerden başlayıp posteriyora doğru uzanarak anococcygeal ligament ve eksternal anal sfinkterle bağlantı kurar. M.puborectalis, pelvik taban kaslarında dinlenme sırasında anorektal açının yaklaşık 90° olmasını sağlar. Bu da fekal kontinansın sağlanmasında önemli rol oynar. Defekasyon sırasında, puborektalis kasının gevşemesiyle anorektal açı açılır ve gayta geçişi sağlanır(5).

M.levator ani, pelvik organların desteklenmesi ve kontinansın sağlanmasında önemli rol oynamaktadır. Levator ani kontraksiyonuyla pelvik organlarda kranial ve anterior yer değişimi olurken üretra, vajina ve rektum gibi açıklıkların da

kapanması sağlanır. Ayrıca levator ani kası hem refleks aktivasyon hem de istemli kontraksiyon ile uyarılma ve orgazm gibi seksüel cevapların oluşması sırasında da görev almaktadır(5).

2.4. Endopelvik Fasya

Pelvik diyafram kaslarının üzerinde bulunan endopelvik fasya, yoğun konnektif doku içermektedir ve pelvik organlara destek sağlarken pelvik taban kaslarının da üzerini kaplamaktadır. Kollajen, elastin, düz kaslar, kan damarları ve sinirlerden oluşmakta ve pelvik yapılar için nörovasküler bir kanal olarak görev almaktadır(5).

Pelvik taban kaslarının bütünlüğü, endopelvik fasyanın fonksiyonunu yerine getirmesi açısından önemli bir komponenttir. Ligamentler ve fasya, pelvik organları normal pozisyonlarını sağlamak için stabilize eder. Pelvik taban kasları (özellikle levator ani kası), fonksiyonu iyi bir şekilde yerine getirdiğinde endopelvik fasya ligamentlerinde herhangi bir gerilim olmadan pelvik organları alttan destekler. Pelvik taban kasları zarar gördüğünde, pelvik organlara alttan destek sağlaması azalır ve pelvik organları taşıması için konnektif dokuya daha fazla yük biner. Aynı şekilde pelvik cerrahi ya da doğum ile endopelvik fasyada meydana gelen herhangi bir travmada pelvik taban kaslarının fonksiyonu etkilenir(5).

3. PELVİK TABAN KASLARININ NÖRAL KONTROLÜ

Pelvik taban kaslarının nöral kontrolü, vücuttaki diğer iskelet kaslarına göre daha kompleks bir mekanizmaya sahiptir. Bu mekanizma lumbopelvik bölgenin stabilizasyonu, pelvik organların desteklenmesi, üriner ve fekal kontinansın sağlanması ve eliminasyonu, seksüel fonksiyonun yerine getirilmesi ile ilişkilidir ve bu da pelvik taban kaslarının ve sfinkterlerin koordine ve etkili çalışmasına bağlıdır. Ayrıca bu fonksiyonlar, somatik ve otonom sinir sistemi arasındaki bağlantıyla da ilgilidir (6).

3.1. Pelvik Tabanın İnervasyonu

Pelvik taban kaslarının somatik efferent (motor) sinir lifleri, S2-S4 seviyesinden çıkar. Sakral pleksustan dallara ayrılarak doğrudan levator ani (S3-S4) ve coccygeus (S3-S4) kasına giden sinirleri ve pudendal siniri (S2-S4) oluşturur. Pudendal sinir daha sonra dallara ayrılarak pelvik taban kaslarına, çizgili üretral ve anal sfinktere ve levator ani kasının puborektalis kasına giden siniri sağlar (6).

Pelvik bölgeden gelen somatik efferent (duyu) bilgi, dokunma, basınç, sıcaklık, ağrı, kas ve eklemlerden gelen propriyosepsiyon duyusunu içerir. Duyu çoğunlukla pudendal sinir tarafından taşınır. Buna ek olarak pelvik bölgenin duyusunu alan sinirler; iliohipogastrik ve ilioinguinal sinir (L1), genitofemoral sinirin genital dalı (L1-L2), obturator sinir (L2-L4) anokoksigeal sinirdir (6).

Otonom sinir sistemi, pelvik organların düz kaslarının, sfinkterlerin, kan damarlarının, pelvik bölgedeki salgı bezlerinin efferent inervasyonunu sağlar. Pelvik bölgenin sempatik inervasyonu; T10-L2 torakolumbal seviyeden sağlanır. Bu segmentten çıkan pregangliyonik sempatik sinirler, sempatik zincirde veya inferior hipogastrik pleksusta postgangliyonik nöronlarla sinaps yapar. Postgangliyonik nöronlar, inferior hipogastrik pleksus aracılığıyla pelvik organ duvarlarına ulaşır. Pelvik tabanın parasempatik inervasyonu, S2-S4 sakral spinal segmentten çıkar. Bu seviyeden çıkan pregangliyonik sinir lifleri, pelvik splanik siniri oluşturur ve sinaps yapmadan inferior hipogastrik pleksus aracılığıyla pelvik organda sonlanır. Otonomik afferent (duyu) sinir lifleri, otonomik efferent sinir lifleriyle beraber seyreder ve pelvik visseredan ve pelvis dışı otonomik yapılardan spinal kordun dorsal boynuzuna duyu bilgisi taşır (6).

3.2. Pelvik Taban Kaslarının Tonik ve Fazik Aktivitesi

Pelvik taban kasları, insan vücudunda dinlenmede miyoelektriksel aktivite açığa çıkaran tek iskelet kasıdır. Yapılan çalışmalarda çizgili üretral ve anal sfinkterde, levator ani kasında “tonik aktivite” olarak adlandırılan sabit bir aktivite olduğu saptanmıştır. Bu sürekli, düşük seviyeli aktivite, pelvik açıklıkların kapalı kalmasını sağlayarak kontinansın sağlanmasında rol oynamaktadır. Ayrıca, tonik aktivite pelvik organların desteklenmesi ve postüral stabilizasyonda önemli rol oynar. Miksiyon ve defekasyon sırasında pelvik taban kaslarının tonik aktivitesi inhibe olarak musküler relaksasyonu sağlar. Böylece idrar ve gaytanın boşaltımı sağlanır. Tonik musküler aktivite, bilinçsizce varolmasına rağmen istemli olarak inhibe edilebilmektedir. Pelvik taban kaslarının istemli olarak gevşetilebilmesi seksüel aktivitede de vajinal penetrasyon gibi anlarda önemlidir (3).

Pelvik taban kaslarında daha yüksek seviyede ve kısa süreli, güçlü istemli ya da refleks olarak meydana gelen aktiviteye “fazik aktivite” denir. Bu aktivite ağrı ya da intraabdominal basıncın ani olarak arttığı durumlarda görülür (3).

4. PELVİK TABANIN HİPERTONİK BOZUKLUKLARI

4.1. Tanım

Literatürde, geçmişten günümüze pelvik tabanda tonus artışını kapsayan birçok tanım yapılmıştır. Hiperaktif pelvik taban sendromu, hipertonic pelvik taban bozuklukları, pelvik taban gerilim miyaljisi, kısa pelvik taban, levator ani ya da puborektalis sendromu bunlardan bazılarıdır (7). Bu tanımların çokluğu pelvik tabanın hipertonic bozukluklarının multifaktöryel olmasından ve kompleks bir semptom tablosuna sahip olmasından kaynaklanmaktadır (Tablo 1).

2005 yılında Uluslararası Kontinans Birliği (ICS), overaktif pelvik taban sendromunu " pelvik taban kaslarının gevşeyememesi ya da fonksiyonel olarak gevşemesi gereken miksiyon ve defekasyon gibi durumlarda kasılı kalması" olarak tanımlamıştır (8).

4.2. Etiyoloji

Pelvik tabanda tonus artışına sebep olan en yaygın sebeplerden biri çocukluk çağında yanlış olarak kazanılmış olan idrar ve gayta tutma alışkanlığıdır. Bu alışkanlık idrar ve gayta inkontinansını önlemek amacıyla pelvik taban kaslarının sürekli olarak kasılı kalmasına ve gevşeyememesine sebep olmaktadır. İlerleyen zamanlarda bu durum ağrılı cinsel ilişki ve dispareni gibi rahatsızlıklara yol açabilmektedir (9).

Pelvik taban kaslarında herhangi bir travma ya da cerrahi sonrası yaralanma meydana gelmesi tonus artışına sebep olan bir diğer faktördür. Obstetrik yaralanmaların yanında pelvik cerrahi prosedüründe yer alan mesh yerleştirme ya da kalıcı süturlar pelvik tabanda kassal ağrıya ve hipertonusa yol açmaktadır (10).

Kronik pelvik ağrıyla ilişkili olan viseral ağrı sendromu; huzursuz barsak sendromu, endometriozis, interstisiyel sistit gibi semptomları içerir. Bu semptomlar santral ve periferik sensitizasyona sebep olarak nosiseptif eşiği düşürmektedir ve pelvik taban kaslarında gevşeme sağlanamamaktadır (10).

Postüral bozukluklar, yürüyüş anomalileri, vücutta bulunan asimetrikler, uzun süre oturma pozisyonunda kalma gibi faktörler de bazı bireylerde pelvik tabanda tonus artışına sebep olabilmektedir. Kronik pelvik ağrılı hastalarda yapılan bir çalışmada, bu kişilerde büyük oranda iliak krista asimetrisi gibi anormal pelvik muskuloskeletal bulgulara rastlanmıştır .

Tüm bu faktörlerin dışında cinsel istismar öyküsü ile kronik pelvik ağrı ve pelvik tabanda tonus artışı arasında da bir ilişki vardır (10).

Pelvik tabanda tonus artışına sebep olan faktörler birden fazla olsa da tam olarak nedeni belirlenmemektedir. Bu sebeple prevalansı da tam olarak bilinmemektedir. Fakat yapılan çalışmalarda interstisiyel sistit ve kronik pelvik ağrısı olan hastaların %87'sinde pelvik taban kas tonusunun yüksek olduğu saptanmıştır. Ayrıca vulvodini hastalarının da %80-90'ında pelvik tabanın hipertonic olduğu belirtilmiştir (11).

Bu problem, birçok faktörün kombinasyonu ile meydana geldiği için hastaların değerlendirilmesi de multifaktöryel olarak yapılmalıdır.

5. HASTALARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1. Subjektif Değerlendirme

Değerlendirme, genellikle fizyoterapistin hastayla yüz yüze görüşmesiyle başlar. Burada

Tablo 1. Pelvik taban hipertonusuyla ilişkili semptomlar

Hem kadın hem erkeklerde	Kadınlarda	Erkeklerde
• Kronik pelvik ağrı	• Üretral sendrom	• Kronik prostatit
• Perineal ağrı	• Üriner retansiyon	• Testiküler ağrı
• Seksüel disfonksiyon	• Overaktif mesane	• Penil ağrı
• İşeme bozuklukları	• Ağrılı mesane	• Ejakulator ağrı
• Üriner ani sıkışma	• Dispareni	• Prostatizm
• Sık idrara çıkma	• Vulvodini	
• Konstipasyon	• Vestibulodini	
• Proktalji fugaks	• Vajinusmus	
• Anismus	• Orgazmik ağrı	

pelvik tabanda tonus artışına sebep olabilecek faktörler ayrıntılı bir hikaye alımıyla sorgulanır. Hikaye sırasında her sistemin ayrıca öyküsü alınmalıdır.

- Ağrı değerlendirmesi
- Pudental nöralji/nöropati
- Üriner fonksiyonların hikayesi
 - İdrar günlüğü
 - Urgency(ani idrar yapma isteği), volüm, zorlanma
 - İnkontinans
 - İdrar yaptıktan sonra, önce ya da sırasında pelvik veya abdominal ağrı var mı?
 - İdrar yapmayı etkileyen faktörler
 - Barsak fonksiyonlarının hikayesi
 - Barsak hareketliliği ne kadar sıklıkla oluyor?
 - Diyare ya da konstipasyon var mı?
 - Fissür ya da hemoroid hikayesi var mı?
 - Rektal dolgunluk ya da baskı hikayesi var mı?
 - Barsak hareketleri sırasında bir zorlanma var mı?
 - Barsak hareketleri sırasında, öncesinde ve sonrasında ağrı yaşanmış mı?
 - Son barsak hareketinde semptomlar ne kadar sürdü?
- Cinsel fonksiyonların hikayesi
 - Cinsel aktivite semptomları etkiliyor mu?
 - Cinsel birleşmeyi tolere edebiliyor mu?
 - Başlangıç ilişkisinde ya da derinde ağrı var mı?
 - Orgazm sırasında ağrı ya da yanma var mı?
 - Koitus sonrası semptomlar var mı?
 - Doğal lubrikasyon oluyor mu?
- Menstrual siklus ve jinekolojik hikaye
 - Menarş yaşı
 - Siklus süresi, düzeni, doğum kontrol hapı kullanma durumu
 - İntraabdominal cerrahi hikaye
- Obstetrik hikaye
 - Doğum, düşük, kürtaj sayısı
 - Doğum tipi, süresi, komplikasyon olup olmadığı, epizyotomi varlığı

Ağrı değerlendirmesinde ağrının yeri, duruşu, yapısı ve yoğunluğu kaydedilmelidir. Tüm vücut diyagramları ve perinenin detaylı diyagramları tam ağrı lokalizasyonunun kaydedilmesi

için gereklidir. Ağrı şiddeti görsel analog skala-sıyla kaydedilmelidir (12).

5.2. Objektif Değerlendirme

Ekstrapelvik muskuloskeletal yapıların objektif olarak değerlendirmesi postür ve yürüyüş analiziyle başlar. Burada; baş, boyun, omuz, omurga dizilimindeki bozukluklar, skolyoz, lordozda artış, alt ekstremité uzunluğunda eşitsizlik gibi durumlarda pelvik taban kaslarında aktivite artışı gerçekleşerek tonus artışına sebep olabileceği için özellikle bu durumlara odaklanılmalıdır (13).

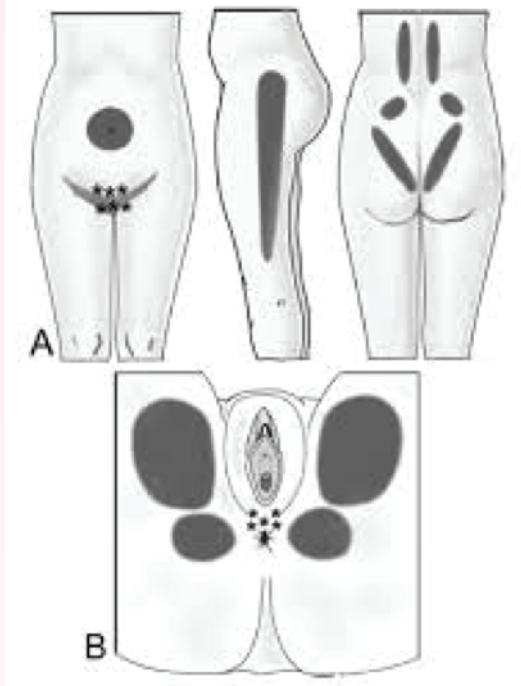
Pelvisteki tüm fonksiyonların normal bir şekilde yerine getirilmesi için kalça ve gövde kaslarının normal uzunluk ve kuvvette olmaları gerekir. Bu nedenle tüm pelvik ve gövde kaslarının normal uzunluk ve kuvvet ölçümleri yapılmalıdır. Özellikle pelvik taban kaslarıyla koaktif olarak çalışan iliopsoas, gluteal kaslar, quadratus lumborum, obturator internus ve piriformis kasları değerlendirilmelidir (13).

Abdominal duvarda diastasis recti oluşumun değerlendirilmesi rehabilitasyon programının eksiksiz oluşturulması bakımından önemlidir. Diastasis recti abdominus değerlendirilmesi, sırtüstü çengel pozisyonunda yapılır. Testi yapan fizyoterapist bir elin parmaklarını linea alba üzerine vertikal olarak yerleştirir ve hastanın öne doğru uzanırken baş ve omuzlarını yataktan kaldırmamasını ister. Bu hareket sırasında rektus abdominus kasının her iki parçası arasına yerleştirilen parmak sayısı, ayrılmanın miktarını gösterir. Diastaz ölçümü genellikle umbilikus seviyesinden, umbilikusun 8-10 cm üzerinden ve altından olmak üzere linea alba boyunca üç yerden değerlendirilir (14).

5.2.1. Konnektif Doku Değerlendirmesi

Konnektif doku değerlendirmesinin amacı, konnektif dokunun farklı katmanlarının mobilitesini değerlendirmektir. Pelvik taban hipertonusuyla gelen hastada özellikle abdominal duvar, bel, kalça, vulva ve uyluk bölgeleri değerlendirilmez. Bu bölgelere hafif dokunma ve rolling ile ağırlı ve hassas alanlar belirlenmelidir. Derin dokunma ile konnektif dokunun daha derin tabakalarındaki doku gerginliğine de bakılmalıdır. Palpasyon sırasında dokuda bantlaşmalar, şişkinlik, ısı, elastisite ve deri renginde anormallikler değerlendirilir. Değerlendirme sırasında sağlıklı dokuda kişiler kesme hissinden şikayet ederler. Eğer dokuda kısıtlılıklar mevcutsa çok az bir basınç uygulandığında bile kişiler şiddetli ve keskin bir ağrıdan şikayet ederler. Pelvik tabanda tonus artışı olan bireylerde yaygın olarak umblikus çevresi, umblikus ve pubis arasındaki orta hat,

inguinal ligament, suprapubik bölge, bel bölgesi, kalça, lumbosakral paravertebral kaslar ve sakrum üzerinde subkutan konnektif doku anormallikleriyle karşılaşılır (şekil 1) (13).



Şekil 1. Pelvik taban hipertonusunda konnektif dokuda anormallik görülen bölgeler.

Hem pelvik taban hem de pelvik taban dışındaki bölgelerde skar doku, deri, fasya ve ligamentlerde tetik nokta değerlendirmesi önemlidir. Laparoskopik ve açık cerrahilerde skar dokunun olduğu alanlar, mesane ve pelvik organların kutanöz refleks zonuyla aynı alanlardır. Epizyotomi ya da pelvik cerrahiler sonucu oluşan perineal skarlar ve pubovajinalis ile levator ani kasındaki reaktif kısılmalar pelvik tabanda tonus artışına sebep olmaktadır. Perineal skarların tedavisiyle ağrının azaltılması, disperoni, miksiyondaki bozukluklar ve konstipasyon gibi şikayetler ortadan kaldırılabilmektedir(13).

5.2.2. Pelvik taban kaslarının değerlendirilmesi

Genel muskuloskeletal değerlendirme ve konnektif doku muayenesinden sonra spesifik olarak pelvik taban kasları değerlendirilmelidir. Hastalardan daha iyi sonuçlar elde edilebilmesi için ilk seanslarda pelvik taban muayenesi önerilmektedir. İlk seanslarda hasta ve terapist birbirini tanımadan yapılacak olan pelvik taban muayenesi yanlış sonuçlar elde edilmesine sebep olabilir. Hastanın pelvik taban muayenesi sırasında mümkün olduğu kadar gevşemiş ve rahat olması

gerekmektedir. Hasta hazır hissettiğinde pelvik tabanın değerlendirme ve tedavisi yapılmalıdır (13).

Değerlendirmede pelvik tabanı içeren pelvik alandaki tüm kaslar ve tendonların uzunluğu, kuvveti, sertliği, tetik noktaları ve skar mobilitesi değerlendirilmelidir (13).

İstirahatte perineum gözlenmelidir. Perineal gövdenin durumu pelvik taban kasları hakkında bilgi vermektedir. Pelvik taban kaslarının kısaldığı ve tonusunun arttığı durumlarda genital hiatus küçük görünür ve perineal gövde anteriora doğru yer değiştirebilir (13).

Hastalardan pelvik taban kaslarını kasmaları, gevşetmeleri ve ıkınmaları istenir. Bu sırada pelvik taban kaslarının doğru fonksiyon yapıp yapmadığı gözlemlenir. Pelvik taban kaslarının istirahat tonusunun arttığı durumlarda hareket gözlenmeyebilir. Kasılmanın gerçekleştiği durumda ise gevşeme gerçekleşmeyebilir ya da çok yavaş gerçekleşir. Kontraksiyonlar sırasında yorgunluk oluşabilir. Ayrıca istemli öksürme sırasında pelvik tabanın içeri doğru hareketinin olup olmadığı kaydedilmelidir (13).

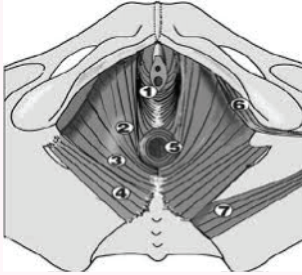
Hastalar internal pelvik yapıların vajinal ya da rektal palpasyonuna izin vermiyorsa daha derinde yer alan pelvik yapıların bazıları eksternal olarak palpe edilmelidir. Hasta bunun için yan pozisyonda yatar. Üstte kalan bacağın dizini bükerek kalçasına 60-80° kalça fleksiyonu yaptırır. İki ya da üç tane havluyu destek için üstteki bacağın altına yerleştirir. Bu pozisyonda kas ve konnektif dokunun miyofasyal gevşemesi ve sakrotüberöz ligamentin eksternal palpasyonu gerçekleştirilebilir (13).

Pelvik taban kasları, obturator internus ve piriformis, internal olarak hasta izin veriyorsa palpe edilmelidir. Obturator internus pelvik taban kaslarından daha sefalik ve lateral olarak vajinal ve rektal olarak daha rahat ulaşılabilir. Piriformis vajinal olarak palpe edilebilir fakat rektal olarak daha rahat ulaşılabilir. Koksiksten sefalik yönde ve sakrumun hafif lateralinde rektal kanalda palpe edilir. Sakrospinöz ligamentse koksigeus kasının hemen arkasında yer almaktadır. İnternal muayenede ağrı, pelvik taban kas tonusu, kas kontraktil aktivitesi, kas spazmı ve kas gevşemesi değerlendirilmelidir (13).

Vajinal kaslar digital olarak değerlendirmek istenildiğinde vajinal açıklık daraldığı için parmakları yerleştirmede problem yaşanabilmektedir. Burada hasta kesinlikle ağrı hissetmemelidir. Açıklığın izin verdiği durumlarda iki parmakla, zorlanıldığı takdirde tek parmakla muayene ya-

pımalıdır. Parmaklar intravajinal olarak yerleştirildikten sonra hastadan parmakları sıkıştırıp bırakması istenerek kasların kontraksiyon ve relaksasyon yeteneği test edilir. Kontraksiyon ya hiç gerçekleşmez ya da çok az gerçekleşir. Gevşeme ise çok yavaş gerçekleşir. Çoğu hasta gevşemesine rağmen gevşediğini hissedemeyebilir (13).

İntravajinal değerlendirmede kaslarda tetik noktaların varlığı da belirlenmelidir. Tetik nokta içeren bir kas kısalmıştır, zayıf kontraksiyon açığa çıkarır, erken yorulur, yavaş gevşer. Eğer levator ani kası tetik nokta içeriyorsa; mesanenin dolumu sırasında detrusor kasını inhibe etmede yetersiz kalır bu da ani sıkışma ve sık idrara çıkmayla sonuçlanır. Öksürme, hapsirme sırasında üretral kapanmayı sağlayamayacağı için inkontinans görülebilir. Miksiyon ve defekasyon sırasında gevşemeyeceği için miksiyonu başlatamama, idrar yapmada gecikme ve konstipasyon gibi semptomlar açığa çıkabilir. Bu yüzden vajinal kaslardaki tetik noktaların belirlenmesi ve tedavisi çok önemlidir (13).



Şekil 2. Pelvik taban kaslarında tetik noktalar

Bunun dışında pelvik taban kas fonksiyonunun intravajinal olarak ölçülmesi ve değerlendirilmesinde birçok yöntem kullanılmaktadır. Hastanın durumuna ve elde edilmek istenen bulgulara göre en uygun yöntem ya da yöntemler seçilmelidir.

- Vajinal palpasyon
 - Brink skalası
 - Modifiye Oxford Derecelendirme Sistemi
 - PERFECT sistemi
 - Ortiz skalası
- Elektromiyografi (EMG)
- Vajinal kapanma basınç ölçümleri (manometre)
- Üretral basınç ölçümleri
- Pelvik taban dinamometresi

- Bilgisayarlı tomografi
- Ultrasonografi
- Manyetik rezonans (levator ani kas yapısının incelenmesi)

Pelvik taban kaslarına yapılan tüm bu değerlendirmelerden sonra bu kasların fonksiyonel durumuna karar verilerek buna uygun fizyoterapi programı planlanmaktadır (12).

6.TEDAVİ

6.1. Farmakolojik Tedavi

İlaçlar, kas relaksasyonunu sağlamada ve kas hipertonusuna ve ağrıya sebep olan nörokimyasal maddelerin salınımının durdurulmasında en iyi yöntemlerden biridir. Fakat farmakolojik tedavi, fizyoterapi gibi doğrudan miyofasyal müdahaleler içeren yöntemlerde kombine edildiğinde daha yararlıdır (15).

Trisiklik antidepresanlar (TCA), çeşitli sebeplerden kaynaklanan ağrı tedavisinde faydalıdır. TCA, fibromiyalji, kronik baş ağrısı, interstisiyel sistit ve huzursuz barsak sendromu gibi hastalıklarda uyku paternini iyileştirmek ve sempatik tonusu azaltmak amacıyla kullanılmaktadır (15).

Mataksolone/skelaksin ya da siklobenzaprin/flexeril gibi miyorelaksan ilaçlar, kronik pelvik ağrıda henüz çalışılmamasına rağmen miyofasyal ağrıda genellikle etkili olmaktadır. Tiazadin/zanafleks, kas spastisitesi ve sekonder miyofasyal ağrıda kullanılmaktadır. Ayrıca bu hastalarda intravajinal baklofen ve diazepam uygulamaları da kas tonusunu düzenlemede etkili olabilmektedir. Lokal olarak uygulanan botulinum toksin ile ilgili yapılan çalışmalarda da optimal dozun belirli olmamasına rağmen pelvik taban hipertonusunda semptomları azaltmada geçici olarak etkili olduğu belirtilmiştir (15).

Kronik pelvik ağrılı hastalar kimyasal hipersensitivitesi olan hastalardır. Bu hastaların farmakolojik yaklaşımlara toleransı çok azdır. Bu yüzden çoğunlukla farmakolojik olmayan, alternatif terapi yaklaşımları tercih edilmektedir. Semptomların iyileştirilmesinde yaşam modifikasyonu ve fizyoterapi temel yaklaşım olarak benimsenmelidir (15).

6.2. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

6.2.1. Hasta Eğitimi

Pelvik tabanın anatomisi ve fonksiyonu hakkında hastalara eğitim vermek önemlidir ve bu kadın sağlığında fizyoterapi ve rehabilitasyonun

rutin bir parçası olmalı, özellikle doğum ve menopoz zamanlarında pelvik tabanda meydana gelen değişiklikler anlatılmalıdır. Kadınların çoğu pelvik taban kasları ve işlevleri hakkında yeterli bilgiye sahip değildir. Yapılan bir araştırmada, Avusturya'daki yetişkin kadınların % 45'inin rutin bir jinekolojik muayene sırasında pelvik taban kaslarının istemli kontraksiyonunu gerçekleştiremediğini ortaya koymuştur. Pelvik taban kuvvetlendirme egzersizleri (Kegel egzersizleri) başlangıçta üriner inkontinans tedavisinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir ve günümüzde sıklıkla öğretilmektedir ancak pelvik tabanın üriner kontinansın ötesinde birçok işlevleri olduğunu unutmamak önemlidir. Bu nedenle, pelvik taban kaslarının diğer görevleri de düşünüldüğünde bu kasları kuvvetlendirmek kadar gevşetilmesi de eşit derecede önemlidir. Klinikte hasta eğitimi sırasında pelvik taban maket veya diyagramlarının kullanılması anatomi hakkında eğitim vermek için oldukça yararlı olmaktadır. Bunun dışında hastalar semptomları arttıracak her türlü aktivite ve egzersizden uzak durmalıdır. Örneğin; tonusu artmış pelvik taban kaslarında gevşeme sağlanmadan hastalar konsentrik pelvik taban kontraksiyonu (Kegel Egzersizi) yapmaktan kaçınmalıdırlar. Pelvik taban kaslarına binen yükü ve tonusu arttırabilecek olan zorlayıcı abdominal egzersizler yapılmamalıdır. Gevşeme sağlanana kadar vajinal koitden uzak durulmalıdır. Ayrıca kutanoviseral refleksi uyatarak mesane iritabilitesine ve ilgili zonlarda vazokonstrüksiyona sebep olabilecek dar ve sıkı kıyafetler giyilmemelidir (16).

6.2.2. Ekstrapelvik Muskuloskeletal Bozuklukların Fizyoterapisi

Değerlendirme sırasında saptanan postüral bozukluklar, yürüyüş bozuklukları, gövde ve ekstremitelerde eklem hareket açıklığında kısıtlılık, kas kuvvetinde azalma gibi problemlere yönelik müdahalelerde bulunulmalıdır. Çünkü alt ekstremitelerde uzunluğunda eşitsizlik olan bir hastanın pelvik taban kasları olumsuz yönde etkileneceğinden bu problem çözülmeden tedavide yeteri kadar başarı sağlanamayacaktır. Postür bozukluğu bulunan hastalara postür ve doğru vücut mekanikleri eğitimi verilmelidir(17).

Konnektif dokuda saptanan kısıtlılıklara yönelik olarak manipülasyonlar uygulanmalıdır. Abdominal duvardaki konnektif doku bantlaşmaları için "skin-rolling" uygulamasından yararlanılabilir. Uyluğun inferomedial ve iliobial traktus gibi bölgelerde karşılaşılan konnektif doku bantlaşmaları miyofasyal gevşetme teknikleri ile rahatlatılabilir. Ayrıca bu bölgelerdeki konnektif doku anormalliklerinin manuel yöntemlerle rahatlatılmasının zor olduğu durumlarda kuru iğneleme ve trigger nokta enjeksiyonu tedavi sürecini kolaylaştırabilir(17).

Abdominal ve perineal skarların gözlendiği hastalarda skar doku mobilizasyonu skarların gevşetilmesi ve yumuşatılması amacıyla uygulanmalıdır(17).

Abdominal kaslar ve pelvik taban kaslarının ko-aktivasyonundan dolayı abdominal duvarda bulunan diastaz varlığında pelvik taban kasları



Şekil 3. Korreksiyon egzersizi.

optimal fonksiyonunu gerçekleştiremeyecektir. Bu yüzden böyle hastalara diastazın kapanması için mutlaka korreksiyon egzersizi önerilmelidir (Şekil 3) (17).

6.2.3. Pelvik Taban Fizyoterapisi

Nöromusküler eğitimle pelvik taban fizyoterapisi, hipertonic pelvik taban rahatsızlığı olan kişilerde tedavinin köşe taşlarından birini oluşturmaktadır. Tedavi bu alanda uzman ve deneyimli fizyoterapistler tarafından yapılmaktadır. Tedavi programı semptomlara göre planlanır ve genellikle lumbopelvik ve spinal fonksiyonları optimize etmek ve mesane, bağırsak ve seksüel fonksiyonları iyileştirmek amaçlanır(16).

Pelvik taban kaslarında bulunan trigger noktalara yönelik intravajinal manuel tekniklerden yararlanılabilir. Klinikte yaygın olarak kullanılan teknikler, tonusu artmış olan kaslara intravajinal masaj uygulaması, trigger noktalara progresif basınç uygulaması, kontraksiyon/relaksasyon tekniği, postizometrik relaksasyon ve resiprokal inhibisyon teknikleridir. Kontraksiyon/relaksasyon tekniği, hastanın pelvik taban kaslarını izometrik olarak kasma sonrası kasların elongasyonu ile gevşemenin sağlandığı bir yöntemdir. Bu yöntem postizometrik relaksasyon tekniğinin temelini oluşturmaktadır. Fizyoterapist parmağını intravajinal olarak yerleştirir ve burada dirence karşı hastadan levator ani kasını izometrik olarak kasma istenir. Sonrasında istemli gevşeme sırasında kasların uzamasına da vajina içerisine yerleştirilen parmakla yardımcı olunur(17).

Resiprokal inhibisyon tekniğinde ise, antagonist kasların kontraksiyonuyla agonist kaslarda gevşeme sağlanır. Pelvik taban kaslarındaki trigger noktaların manipülasyonu sırasında, Valsalva manevrasıyla hastanın abdominal duvarı kasma istenir. Pelvik taban kaslarında yeterli uzunluğun sağlandığı ve trigger noktaların gevşetildiği zamana kadar devam edilir. Gevşeme sağlandıktan sonra pelvik tabanın kontraksiyonu ve relaksasyonu sağlanırken abdominal duvarın etkinliğinin azaltılması istenir (17).

Biyofeedback, görsel ve işitsel uyarılarla hastaların pelvik tabanlarını uygun bir şekilde kasıp gevşetmelerini öğretmek amacıyla kullanılan nöromusküler bir eğitim yöntemidir. Yapılan çalışmalar defekasyon bozukluklarında biyofeedback eğitiminin pelvik taban kaslarında gevşemeyi ve iyileşmeyi sağlamada etkili olduğunu göstermiştir. Fekal inkontinanslı hastalarda yapılan bir çalışmada ise yüzeysel elektromiyografi destekli biyofeedback eğitiminin anal kontraksiyonu arttırmada Kegel egzersizlerine göre daha üstün ol-

duğu bulunmuştur(18). Ayrıca literatürde pelvik taban hipertonusuyla ilişkili dispareniye fizyoterapi tekniklerinin kullanılmasının oldukça rahatlatıcı etkiye sahip olduğu söylenmektedir. Bir sistematik derlemede, muskuloskeletal kökenli pelvik ağrıda manuel terapi tekniklerinin kullanılmasıyla hastaların %59-80'inde ağrı şiddetinde azalma olduğu belirtilmiştir (19).

Pelvik taban kaslarında gevşeme sağlandıktan sonra pelvik taban kaslarına kuvvetlendirme eğitimi verilmelidir. Literatürde pelvik taban kaslarının kuvvetlendirilmesi için pelvik taban egzersizleri, vajinal konlar, intravajinal elektrik stimülasyonu, ekstrakorporeal manyetik alan stimülasyonu gibi tekniklerden bahsedilmektedir (20). Fakat burada hangi kuvvetlendirme tekniğinin hangi protokolle kullanılacağı konusunda kişiye özel tedavi programı hazırlanmalıdır.

SONUÇ

Pelvik tabanın hipertonic bozuklukları, yaşam kalitesini olumsuz yönde etkileyen multifaktöryel semptomlar bütünüdür. Her hasta bireysel olarak değerlendirilmeli ve erken dönemde, yeterli ve etkili bir tedavi için her hastaya multidisipliner olarak yaklaşılmalıdır.

KAYNAKLAR

- 1 Nygaard, I., Barber, M.D., Burgio, K.L., Kenton, K., Meikle, S., Schaffer, J. ve diğerleri. (2008) Prevalence of symptomatic pelvic floor disorders in US women. JAMA, 300 (11), 1311-1316.
- 2 Haylen, B.T., de Ridder, D., Freeman, R.M., Swift, S.E., Berghmans, B., Lee, J. ve diğerleri. (2010) An International Urogynecological Association (IUGA)/International Continence Society (ICS) joint report on the terminology for female pelvic floor dysfunction. Neurourol Urodyn, 29 (1), 4-20.
- 3 Padoa, A., Rosenbaum, T. (2015). The overactive pelvic floor: Springer.
- 4 Ashton-Miller, J.A., DeLancey, J.O. (2007) Functional anatomy of the female pelvic floor. Ann N Y Acad Sci, 1101, 266-296.
- 5 Herschorn, S. (2004) Female pelvic floor anatomy: the pelvic floor, supporting structures, and pelvic organs. Rev Urol, 6 Suppl 5, S2-S10.
- 6 Wallner, C., Maas, C.P., Dabhoiwala, N.F., Lamers, W.H., DeRuiter, M.C. (2006) Innervation of the pelvic floor muscles: a reappraisal for the levator ani nerve. Obstet Gynecol, 108 (3 Pt 1), 529-534.
- 7 Sinaki, M., Merritt, J.L., Stillwell, G.K. (1977) Tension myalgia of the pelvic floor. Mayo Clin Proc, 52 (11), 717-722.
- 8 Messelink, B., Benson, T., Berghmans, B., Bo, K., Corcos, J., Fowler, C. ve diğerleri. (2005) Standardization of terminology of pelvic floor muscle function and dysfunction: report from the pelvic floor clinical assessment group of the International Continence Society. Neurology and urodynamics, 24 (4), 374.
- 9 Butrick, C.W. (2009) Pathophysiology of pelvic floor

- hypertonic disorders. *Obstet Gynecol Clin North Am*, 36 (3), 699-705.
- 10 Faubion, S.S., Shuster, L.T., Bharucha, A.E. (2012) Recognition and management of nonrelaxing pelvic floor dysfunction. *Mayo Clin Proc*, 87 (2), 187-193.
 - 11 Peters, K.M., Carrico, D.J., Kalinowski, S.E., Ibrahim, I.A., Diokno, A.C. (2007) Prevalence of pelvic floor dysfunction in patients with interstitial cystitis. *Urology*, 70 (1), 16-18.
 - 12 Çeliker, T., Ö. (2016). Pelvik Ağrıda Fizyoterapi ve Rehabilitasyon. T. Akbayrak (Ed.). *Kadın Sağlığı'nda Fizyoterapi ve Rehabilitasyon* (s. 115-130)
 - 13 FitzGerald, M.P., Kotarinos, R. (2003) Rehabilitation of the short pelvic floor. I: Background and patient evaluation. *Int Urogynecol J Pelvic Floor Dysfunct*, 14 (4), 261-268.
 - 14 Baran, E., Akbayrak, T. (2016). Gebelikte Görülen Problemlerde Fizyoterapi ve Rehabilitasyon. T. Akbayrak (Ed.). *Kadın Sağlığı'nda Fizyoterapi ve Rehabilitasyon* (s. 189-213)
 - 15 Butrick, C.W. (2009) Pelvic floor hypertonic disorders: identification and management. *Obstetrics and gynecology clinics of North America*, 36 (3), 707-722.
 - 16 Faubion, S.S., Shuster, L.T., Bharucha, A.E. (2012). Recognition and management of nonrelaxing pelvic floor dysfunction [Bildiri]. *Mayo Clinic Proceedings*.
 - 17 FitzGerald, M., Kotarinos, R. (2003) Rehabilitation of the short pelvic floor. II: Treatment of the patient with the short pelvic floor. *International Urogynecology Journal*, 14 (4), 269-275.
 - 18 Whitehead, W.E., Bharucha, A.E. (2010) Diagnosis and treatment of pelvic floor disorders: what's new and what to do. *Gastroenterology*, 138 (4), 1231.
 - 19 Tu, F.F., As-Sanie, S., Steege, J.F. (2005) Musculoskeletal causes of chronic pelvic pain: a systematic review of existing therapies: part II. *Obstetrical & gynecological survey*, 60 (7), 474-483.
 - 20 Hay-Smith, E., Bø, K., Berghmans, L., Hendriks, H., De Bie, R., van Doorn, E.v.W. (2006) Pelvic floor muscle training for urinary incontinence in women. *Cochrane Database Syst Rev*, 1.

Sanal Gerçeklik Rehabilitasyonu

Fzt. İzel Demirhan¹, Doç. Dr. Muhammed KILINÇ²

¹ Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Nöroloji Fizyoterapistliği Yüksek Lisans Programı

² Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü

E-mail: izeledmrhn16@gmail.com

ÖZET

Sanal Gerçeklik (SG) Teknolojisi, geniş bir uygulama alanına sahip, nispeten yeni bir rehabilitasyon aracıdır. Fizyoterapi alanında; motor öğrenmeyi desteklemesi ve güvenli bir ortam sunması, performans hakkında artırılmış geribildirim sağlayarak, bireyselleştirilmiş motor fonksiyonunun tekrar tekrar uygulanması ve hem motor hem de bilişsel süreçlerin aynı anda uyarılmasını sağlaması gibi önemli özellikleri temel alınarak kullanılmaktadır. Ayrıca, SG yeni motor stratejileri öğrenmek ve yaralanma veya hastalık sonucu kaybedilen motor yetenekleri öğrenmek için fırsatlar sunar. SG tedavisi alışılmış, sıkıcı tedavi programlarından farklı, hastaları teşvik eden, aktif katılımlarını sağlayan, hasta için kontrollü ve çeşitlendirilebilen sanal ortamda etkin ve güvenli bir tedavi seçeneği sunar. Diğer yandan, hastaların bu tedaviye uyum sağlamada zorluk yaşaması, her hasta tedavisi için özel bilgisayar yazılım ve programları gerektirmesi, sanal ortamda geliştirilen kazanımların gerçek dünyaya aktarılmasındaki belirsiz sonuçlar ve ekipmanların pahalı olması gibi dezavantajları da mevcuttur.

Anahtar Kelimeler: Rehabilitasyon, sanal gerçeklik, fizyoterapi.

ABSTRACT

Virtual Reality (VR) Technology is a relatively new rehabilitation tool with a wide range of applications. In the field of physiotherapy; Motor learning support and providing a safe environment are used based on important features such as improved feedback on performance, repeated implementation of the individualized motor function, and stimulation of both motor and cognitive processes. In addition, VR offers opportunities to learn new engine strategies and learn the engine capabilities that have lost the injury or disease end result. VR therapy offers an effective and safe treatment option in a virtual environment that is different from the usual, boring treatment programs, encourages patients, provides active participation, is patient controlled, and can be varied. On the other hand, there are also disadvantages such as the difficulty of patients to adapt to this treatment, the need for special computer software and programs for each patient's treatment, the uncertain consequences of transferring the gains in the virtual environment to the real world, and the cost of equipment.

Keywords: Rehabilitation, virtual reality, physical therapy.

1. GİRİŞ

1.1. Sanal Gerçeklik Nedir?

Sanal Gerçeklik, gerçek zamanlı, interaktif, çoklu duysal girdilerden oluşan bilgisayar tabanlı simülasyon ortamıdır diğer bir deyişle 'gerçeğin yeniden inşa edilmesi'dir. Bu uygulama özel bilgisayar yazılımlarıyla gerçek dünyadaki nesne ve olaylara benzer, insan-makine uyumu prensibine dayanarak oluşturulmuş gerçek ortam simülasyonudur. Bu ortam genellikle üç boyutlu olup; grafikler, görsel uyarılar, işitsel uyarılar, dokunma duyusu (haptik feedback), vestibüler feedback gibi duysal girdiler kullanılarak kullanıcıları olay içerisinde 'varlık duygusu'nu ön plana çıkar-

mak üzere planlanmıştır. Böylece daha kuvvetli bir gerçeklik algısı oluşturulur (1).

Sanal gerçeklik fikrini ilk kez ünlü İngiliz yazar Ray Bradbury 1950 senesinde, The Veldt adını verdiği kısa bir hikâyesiyle ortaya atmıştır. Daha sonra Bradbury' e sanal gerçeklik kavramının yaratıcısı ünvanı verilmiştir (Oppenheim, 1993). Hikayede kısaca; varlıklı bir aile, Afrika bozkırlarını görüntü, ses, koku gibi akla gelebilecek her türlü duyuya hitap eden özellikleriyle üç boyutlu olarak temsil edilen bir sistem alır ve çocuklarının odasına kurarlar. Zamanla çocukların bu sanal Afrika dünyasına duydukları tutkunun giderek artmasından endişe duyan ebeveynler, bu sanal dünyayı kaldırmaya karar verir (2)



Şekil 1 Ray Bradbury (www.neokuyorum.org adresinden alıntılanmıştır.)



Şekil 2 'The Veldt' hiyakesinden bir görüntü (bibliophilica.wordpress.com adresinden alıntılanmıştır.)

Sanal gerçeklik teknolojileri ilk kez 1980'li yıllarda kullanılmaya başlanmış daha sonra 90'lı yıllarda programlama ve bilgisayar teknolojilerinde ilerlemeye paralel olarak gelişmiştir. Askeri alanlar, otomobil-uçak endüstrileri, petrol ve gaz endüstrileri ve tıp olmak üzere pek çok alanda kullanılmaktadır. Tıp ve psikolojinin çeşitli alanlarına başarıyla entegre edilmiştir (3). Örneğin; sanal gerçeklik, tıp eğitimi alan öğrencilerin sanal bir kadavra üzerinde sayısız denemeler yapabilmesini sağlamıştır ya da doktorların hayati operasyonları önce sanal ortamda tecrübe ederek tedavi sürecinin hastaya etkilerini daha iyi anlayabilmektedir. Fobiler ve post travmatik stres sendromu da dâhil olmak üzere pek çok ruh sağlığı sorununun değerlendirilmesi ve tedavisinde ve ağrı yönetiminde; Parkinson hastalığında düşme riskinin azaltılmasında; travmatik beyin hasarı, inme rehabilitasyonu ve pediatrik alanda motor fonksiyonların rehabilitasyonunda kullanılmaktadır (Weiss ve Katz, 2004).

1.2. Sanal Gerçeklik Nasıl Tedavi Eder?

- Bazı sistemler, hareketleri kullanıcı tarafından takip edilerek sanal öğreticiyi kullanan 'taklit yoluyla öğrenme' prensibini kullanabilir (4). Bu sistemlerde, bilgisayar sistemi tarafından kurularak ekrana yansıtılan sanal bir ortam ve hareketler, hasta tarafın-

dan eş zamanlı olarak taklit edilmeye çalışılır (3).

- Hastalarda ses, görüntü, dokunma gibi farklı duyuların uyarılması, **ayna nöronlar** aracılığıyla korteksteki etkilenmiş bölgenin motor fonksiyonlarının reorganizasyonunda önemli rol oynar (3). **Ayna nöron sistemindeki nöronlar**, sanal gerçeklik ara yüzü aracılığıyla hem biyolojik efektörlerle hedefe yönelik eylemleri gerçekleştirirken hem de aynı eylemi gerçekleştirirken gözlemlemesi sırasında **aktifleşirler** (5,9). Bu nöronların, rol yapan beyin (görüntüyü izlerken ve uygularken) multimodel girdi istatistiklerini takip ettiği kabul edilmiştir (7). İstatistiksel çıkarımlar aracılığıyla motor niyet ve eylemle ilişkili olarak, ayna nöronlar diğer niyetleri kodlamayı kolaylaştırdığı öne sürülmüştür (10).
- Hareketin kalitesine ve görevin amacına ilişkin geribildirim sağlayan sistemler kullanılarak (11).
- Haptik geribildirim sağlayan duysal sistemler kullanılarak (12).
- Robot yardımlı eğitimle sanal gerçekliği birleştiren sistemler kullanılarak. (13).
- Sanal Gerçeklik tedavisi, hastalara ürkütücü ve sıkıcı alışılmış klasik tedavi programından farklı olarak eğlenceli ve farklı bir tedavi seçeneği sunar (3).
- Kişinin bilişsel ve fiziksel zayıflıklarına uygun ve hastaya görev açısından spesifik ve anlamlı programlar sunar (14).
- Motor öğrenme yollarını geliştirmesi için uygun olabilecek önemli özellikleri vardır.
 - Spesifik görev uygulamasına izin verir (15, 16).
 - Yüksek tekrar imkanı sağlar (17).
 - Hastayı motive eden yeni ortamlar sağlar. SG ortamları, araştırmacı veya klinisyen tarafından eğitim kriterini yerine getirmesi için manüple edilebilir (18).
 - Bu ortamlar eğitim ve performans sonuçları ile ilgili geribildirim (görsel, işitsel, haptik vb.) sağlar (19).
 - Görevi tamamlamak için alternatif motor stratejileri kullanımını sağlar (20).
- Sanal gerçeklik için geliştirilmiş birçok oyun uyumu artırmak, afferent ve efferent sinyallerin uygun zamanlanması ve daha iyi tedavi sonuçlarının elde edilmesini sağlamak motivasyonel faktör olarak kullanılmaktadır (21).

- Sanal gerçeklik sayesinde, egzersizler yüksek yoğunlukta ve çok tekrarlı yapılabilen ve beyin plastisitesi için önemli role sahip özel nöronlar aktive olabilmektedir (11).

Sanal Gerçeklik Ortamları 2 gruba ayrılabilir;

a. 3 Boyutlu Sahne Sistemleri: 3 Boyutlu sanal gerçeklik uygulamaları olarak 180 derecelik geniş ekran yansıtıcıları, yüksek çözünürlüklü panoramik gözlük (HMD), oda simülasyonları sayılabilir.

b. 3 Boyutlu olmayan Masa Başlı Sistemleri: Bu sistemde kullanıcılar, bilgisayar ekranındaki sanal ortam görüntüleriyle farklı derecelerde etkileşim gösterir. Hastaların sanal ortama etkileşim sağlayabilmesi amacıyla: mouse, joystick (manevra kolları), sensörlü veri giriş eldivenleri (cybergloves), Wii kumandalar gibi araçlar kullanılmaktadır. Bu araçlar sayesinde hastanın, nesnelere dokunma, hareket etme, yön değiştirme, bilgisayar kontrolünü sağlamak gibi eylemleri gerçekleştirebilmesi mümkün olur.



Şekil 3 Sanal Gerçeklik uygulaması (www.fitness-gaming.com adresinden alıntılanmıştır.)



Şekil 4 Sanal Gerçeklik Uygulaması (rehabfun.tumblr.com adresinden alıntılanmıştır.)

3 Boyutlu görüntülemeyi sağlayan bir gözlük takmış olan hastanın, içinde bulunduğu odanın tüm duvarları, zemin ve tavanına çevre ve nesnelerin görüntüleri yansıtılır. Etkileşimli olan bu sanal gerçeklik ortamında birçok kişi aynı anda bulunabilir. Bu özelliği sayesinde iş birliği gerektiren uygulamalara imkan sağlar (3).

Dikkat, performans, motor planlama ve interaktif ya da adaptif motor performansa odaklanma açısından;

- Üç boyutlu sistemler (Daldırma Tarzı SG Uygulamaları): hafif bozukluğu olan hastalarda,
- Daha basit oyunlar- Üç boyutlu olmayan sistemler: orta ve şiddetli bozukluklarda kullanılması uygundur (21).

Bir sanal gerçeklik ortamına dalma hissi, gerçek dünyada mevcut görsel ve işitsel uyaranları simüle edilerek elde edilir. Görsel olarak, kullanıcının gözlerinin perspektifinden SG sahnesinin bilgisayar tarafından oluşan görüntüsünü, başa yerleştirilen bir ekranla (HMD) kullanıcıya yansıtılır. HMD genelde 3D görüntü yansıtır ve kafa hareketlerini izleyerek kullanıcının doğal hareket etmesini ve doğal bir şekilde çevreyi gözlemlemesini sağlar. Böylece 3D görüntüler oklüzyon, perspektif, hareket aralığı, doğal yüzey dokuları gibi gerçek zamanlı etkileşimli 3D görsel derinlik ipuçları sunar.

Sanal gerçeklik sistemi, görüldüğü her yerde 3D sahnenin yansıtılmasını sunarak, sanal dünyaya dalma duygusu kazandırır (22).

Sanal Gerçeklik oyunları planlanırken veya kullanılırken 'etkileşim alanı', 'transfer fazı' ve 'gerçek dünya' alanlarının mevcudiyeti göz önünde bulundurulmalıdır.

Etkileşim Alanı'nda duyular ve algılama yer alırken,

Transfer Fazı, gerçek dünyada günlük fonksiyonu artırmak için kullanılan beceri veya görevlerin sanal ortamdan gerçek dünyaya transfer edilmesini hedefler.

Gerçek Dünya Fazı'nın hedefi ise, çevresel sınırlamaların üstesinden gelerek, adapte ederek veya minimize ederek hastanın gerçek dünyaya katılımını sağlamaktır (21).

Temelde Sanal Gerçeklik uygulamalarıyla nöroplastisite;

- Egzersizleri; çok tekrarlı, yüksek yoğunlukta, fonksiyonel hedeflerle pratik olanağı sağlar
- Sanal ortam hastaya ve hastanın tedavi aş-

masına göre çeşitlendirilerek, motor öğrenme prensiplerinden tekarsız tekrar seçeneği ile,

- Paralitik ekstremitenin göreve yönelik geliştirilmesiyle kortikal reorganizasyonun fasilitasyonunun mümkün olduğu öne sürülmektedir.

1.3. Sanal Gerçeklik Araç Gereç ve Sistemleri

- Vücut hareketleri, 3D pozisyon sensörleri ile,
- El hareketleri, 'hassas eldivenler' denilen özel eldivenler ile izlenir ve uygulanır,
- Sanal Geribildirim, 'Stereo Ekran' a gönderilir,
- Sanal ses 3D Ses Jeneratörleri ile işlenir ve
- Ekran perspektif ve yönlendirmesi manevra kolları veya kumandalar ile değiştirilebilir (21).



Şekil 5 Kişi üzerinde Sanal Gerçeklik Ekipmanları (otakungangsta.com adresinden alıntılanmıştır.)



Şekil 6 Sanal Gerçeklik cihaz parçaları (www.banggood.com adresinden alıntılanmıştır.)

1.4. Günümüzde Kullanılan Sanal Gerçeklik Sistemleri

- eMagin'in Z800 3D Visor'u : Göz seviyesinde iki küçük ekranı olan başlıklı bir sistemdir.
- Oculus Rift: Steroskopik 3D görüntü ve daha fazla daldırma etkisi sağlamaktadır.
- IREX (İnteractive Rehabilitation Exercise): Parlak ışık ve arka fon gereklidir.
- off-the-shelf Sony PlayStation 2 EyeToy, vücut hareketlerini 2D olarak algılar.
- Microsoft'un Kinect hareket algılama sistemi, 3D'dir.
- Leap Motion: Cihazdan bağımsız ara yüz sağlayan, kişinin sadece el ve parmaklarını kullanarak bilgisayarları kontrol etmesini sağlayan bir sistemdir.
- CAVE: Kullanıcının etrafını çevreleyen geniş birçok ekranı olan pahalı bir sistemdir.
- Rutgers Master 2'deki gibi haptik eldivenler sanal objeleri manüple ederken veya kuvvet eğitimi sırasında kuvvet hakkında geribildirim vermektedir.
- Alt ekstremita ve yürüyüş için çeşitli platformlar kullanılmaktadır. Moteks'in CAREN multisensöri sistemi, pertübyasyon sağlayan platformu olan ve dolayısıyla vestibular stimulus sağlayan bir sistemdir (21).

1.5. Sanal Gerçeklik Nörolojik Hastalıklarda;

- Kognitif bozukluklarda,
- Meta-kognitif bozukluklarda (dikkat, ünilateral spasyal neglet, hafıza, spasyal navigasyon, yürütücü fonksiyonu ve ikili görev, fonksiyonel aktiviteler, boş zaman aktiviteleri...),
- Motor bozukluklarda,
- Denge bozukluklarında rehabilitasyon programında kullanılmaktadır (21).

1.6. Sanal Gerçeklik Kullanıcılarının İhtiyaç ve Beklentilerini Karşılama İçin Neler Yapılmalıdır ?

Kullanıcıların, Sanal rehabilitasyon oyunlarına bakış açısını değerlendiren, oyunda eğlenmesini ve katılımını etkileyen temel problemleri belirlemeyi ve gelecekteki sistemlerin ihtiyaç ve beklentilerini en iyi şekilde nasıl çözebilecekleri konusunda öneriler geliştirmeyi amaçlayan bir çalışma yapılmış. Çalışma sonucunda kullanıcı görüş ve bildirimlerinden yedi ortak madde ortaya çıkarılmıştır (21).

- 1) **Teknoloji Sınırlamaları:** sistemin hedef nüfus tarafından kullanılamaması, hareket veya eylemleri ara bildirimin tespit etmedeki başarısızlığı, kullanıcı için tanıyan sınırlı görüş alanı, sistem yazılımıyla ilgili net komut eksikliği veya kullanıcının oyunları tam olarak anlamaması teknolojik sınırlamalar içerisine girmektedir (21).
- 2) **Kullanıcı Kontrolü ve Terapist Yardımı:** kullanıcılar sanal ortamda doğrudan beceri ve yeteneklerini uygulayabilmelidirler. Teknolojik Sınırlamalar hastanın tam kontrol sahibi olmalarını ve sanal gerçeklik cihazlarını bağımsız olarak kullanabilmelerini zorlaştırabilir. Esnek ve bireysel ihtiyaçlara uyulanabilen ara yüzlere sahip sistemler daha kullanışlıdır. Bağımsız kullanım ve kontrol önemli bir hedef olmakla birlikte; özellikle terapinin erken evrelerinde veya ciddi motor hasarına sahip hastalarda, bir terapistin kullanıcının adaptasyonuna yardımcı olması ve oyun talimatlarının/hedeflerinin belirtmek için yardım etmesi önerilir (21).
- 3) **Yeni Fiziksel ve Bilişsel Zorluk:** Motor bozuklukların heterojenliği nedeniyle, eğlence için oynanan standart oyunlardan ziyade daha kapsamlı ve ilerleyici oyunlara ihtiyaç vardır. King ve ark.'nın yaptığı çalışmalarda, bazı katılımcılar için sıkıcı olan oyunlar, başkaları için zorlu olabiliyordu. Ayrıca, katılımcıların katılımını ve motivasyonunu koruyan ancak aşırı bilişsel ya da fiziksel yorgunluğa yol açmayan, yeterli zorluğu korumak sanal gerçeklik oyunları için anahtar noktadır (21).
- 4) **Sosyal Etkileşim:** Sanal gerçeklik bazı katılımcılar için, dışarı çıkıp başka şeyler yapabileceklerinin farkında oldukları anlamına geliyor. Yapılan çalışmalarda sosyal etkileşim olarak Sanal Gerçeklik oyunlarındaki rekabet engelli yetişkinler için tercih edilmezken, çocuklarda başarıyla doğrudan rekabeti fikrini destekliyorlardı (21).
- 5) **Feedback (geribildirim):** Genellikle katılımcılar oyun sırasında puanlarını net göremediği için şikayet ediyorlar. Oyunlarda daha yüksek puanlar elde etmek kullanıcıları motive ediyor yani yüksek puan başarı duyularıyla ilişkilendiriliyor (21).
- 6) **Oyun Amacı ve Beklentileri:** Genellikle yapılan çalışmalarda yetişkinler sanal gerçeklik oyunlarını, geleneksel fizyoterapiye ek olarak yapılması gerektiğini düşünürken, çocuklar 'normal bir terapi değil',

'yeni bir oyun ve egzersiz yolu' olarak görüyorlardı. Katılımcıların müdahale sonucu beklentileri önemli bir noktadır. Bazı katılımcılar, müdahale sonucu iyileşme beklemektedirler ve gerçekçi olmayan bazı beklentiler hayal kırıklığı yaratmıştır. Dolayısıyla oyunların potansiyel fiziksel faydaları çalışmanın başlangıcında ana hatlarıyla belirtilirse bu beklentiler önlenmiş olur (21).

- 7) **Sanal Ortamlar:** Hem yetişkin hem de çocukların kullandığı sanal gerçeklik müdahalelerinde ortak bir bulgu, mevcut oyunların çevrelerinin seçimi ve çeşitliliği ne kadar kapsamlı/geniş olursa rehabilitasyon deneyimi o kadar eğlenceli ve etkileyici bulunmaktadır (21).

1.7. Sanal Gerçekliğin Tedavisinin Limitasyonları

- 1- Ekipmanların çok yüksek maliyette olması
- 2- Bilişsel yetersizliği çok fazla olan hastalar için uygun donanım ve bilgisayar programları içermemesi
- 3- Nörolojik hastaların kognitif ve fiziksel yetersizlikleri, sanal gerçeklik uygulamalarını kullanmayı zorlaştırabilir.
- 4- Hasta güveni tam olarak sağlanamamış olması
- 5- Yaygın olarak kullanılan bilgisayarlar, henüz gerçek zamanda üç boyutlu karmaşık görüntüleri işleyecek kadar güçlü değildir.
- 6- Bilgisayara aktarılan izleme-takip cihazlarının sanal dünyalarla etkileşimini daha iyi koordine etmektedir. Aksi halde kullanıcı hareketlerini görüntüleme oluşturan gecikme, insan metabolizmasında istenmeyen problemlere yol açabilir.
- 7- Bu tür sistemlerin uzun süre kullanımı kişilerde baş dönmesi, mide bulantısına sebep olmaktadır. Bazı vakalarda uygulama sonrası mide bulantısı, göz gerginliği, postüral instabilite, baş ağrısı ve uykululuk hali gibi bulguları içeren '**siber hastalığı**' görülebilmektedir (*özellikle 3d sistemlerde) (21).
- 8- Sanal ortamda hastaların kazanımlarının, gerçek fiziksel ortama transferinin ne ölçüde olduğu ile ilgili çelişkili sonuçların varlığı.
- 9- Yaşlı bireylerde teknolojik limitasyon varlığı kişinin kurguyu ve ortamdaki rolünü anlamasını zorlaştırabilir.

1.8. Sanal Gerçeklik Tedavisinin Avantajları

- 1- Beyin aktivitesi görüntüleme veya doğrudan kayıt yoluyla izlenirken SG, doğal etkileşimli davranışların gerçekleşmesine izin verir. Bu, araştırmacıların kontrollü bir çevrede, hastanın performansını incelemeye olanak tanır.
- 2- SG ortamları, araştırmacıların multimodal uyaran girdilerini manipüle etmesine izin verdiği için, kullanıcının gösterdiği ortamda "mevcut" algılama motoru yanılması en üst düzeye çıkarılır. Çoklu duyuşal kanallara gerçekçi bir uyarı sağlayarak SG, sensorimotor sistemi devreye sokar. Çoğu psikolojik araştırmada kullanılan basit uyaranlara kıyasla daha gerçekçi, psikolojik ve davranışsal gerçekçi tepkiler elde etme potansiyelini artırır.
- 3- SG, ayrıca çoklu duyuşal uyarı üzerinde maksimum kontrol sağlar. Bu kontrol, örneğin propriyosepsiyon ve görsel deneyim (yani, aynı anda yanıt veren beyin bölgeleri arasındaki etkileşimler) arasındaki sensimotor etkileşimleri görmek anlamında faydalıdır.
- 4- SG, simüle edilmiş uygulama sırasında motor aktivasyon rolünü artırır, çünkü kullanıcılar sanal nesnelerle hareket edip fiziksel olarak etkileşime girebilirler. Sanal ortamlar, doğal dünyada bulunmayan uyaranlar kombinasyonlarını sunabilir ve araştırmacılar, çevrede bulunmayan değişiklikler yapabilir.
- 5- İnteraktif simülasyonlar oluşturmak için kullanılan ekipman, zamanla değişimi izlemek veya üretmek için kullanılabilen davranışsal tepkilerin kaydı ve analizi için kolayca kullanılır. Sürükleyici SG'de, kafa ya veya ellere izleme yerleştirilen cihazlar, kullanıcının vücudunu uzayda çok hızlı bir şekilde koordine eder ve bu bilgiler bir süre boyunca kas kontrolündeki ilerlemeleri veya değişiklikleri değerlendirmek üzere kaydedilebilir ve analiz edilebilir. SG, kişiyi ortamlarında kontrol etme ve hastaların yanıtları hakkında veri toplamaktan benzersiz faydalar kazandırır (örneğin, Fobik tepkiler) (24).

1.9. Nörolojik Hastalıklarda Sanal Gerçeklik Tedavisi

- 3D Sanal gerçeklik, konvansiyonel tedaviye kıyasla daha fazla fayda sağlandığını gösteren kanıtlar olduğu söylenmektedir. Broeren ve ark., 3D sanal gerçeklik tedavisi

sonrası tek taraflı ve bilateral el becerileri ve kavrama kuvvetinin arttığına dair kanıtlar sağladığı öne sürülmüştür (25).

- Jang ve ark., IREX sisteminde 3D sanal gerçeklik eğitiminin kortikal reorganizasyon üzerinde etkilerini araştırmışlardır. Kronik inmeli hastaların kol ve el motor fonksiyonu; ulaşma, kavrama, kaldırma konularına odaklanılarak tedaviye alınmıştır. Müdahale sonrasında sanal gerçeklik grubundaki tüm sonuçların anlamlı olduğu ve motor fonksiyonun, sanal gerçeklik grubunda, kontrol grubuna göre daha iyi olduğu ifade edilmektedir (26).
- İnmeli hastalarda incelenen çalışmanın sonuçları, üst ekstremité rehabilitasyonunda 3D sanal gerçeklik, herhangi bir tedaviye göre avantajlı olabileceği fakat sonuçların hala tartışmalı olduğu söylenmektedir. 2D Sanal gerçeklik çalışmalarının sonuçlarının ise çelişkili olduğu belirtilmektedir (14).
- Henderson ve ark. Sanal bir sistemde dalgama seviyesinin artmasının üst ekstremité motor becerisinin yeniden kazanılmasında avantaj sağladığına dair bulgular olduğunu söylemektedir. Yüksek daldırma sonucu egzersiz hasta için daha anlamlı olduğunu bu da hastanın motivasyonunu ve eğitime katılımını artırdığı ifade edilmektedir (27).
- Gene Rand ve ark. Ticari video oyunları kullanarak, etkilenen üst ekstremitenin geleneksel tedaviyle karşılaştırıldığında önemli bir artış elde etmişlerdir (26).
- Saposnik ve ark., inmeli hastalarda üst ekstremité rehabilitasyonunda sanal gerçeklik uygulaması olarak, Nintendo Wii oyun sistemi ve ticari eğlence yazılımı kullanarak motor geri dönüşte önemli sonuçlar elde etmiştir. Loh ve ark., Sugarman ve ark yaptıkları çalışmalarda da Wii oyun konsolunun ve ticari eğlence yazılımının hem rehabilitasyon hem de maliyet analizi yönünden etkin olduğu gösterilmiştir (21).
- Clark ve ark.'nın Wii denge platformunun denge değerlendirmesindeki geçerliliği ve güvenilirliği üzerine yaptıkları araştırmada, altın standart olarak laboratuvar kuvvet platformunu kullanmışlardır. Çalışmanın sonuçları Wii denge platformunun, ayakta denge değerlendirmesi için geçerli, düşük maliyetli ve taşınabilir bir araç olduğunu göstermiştir (28, 29).
- Gil-Gomez ve ark. Wii denge platformu için özel olarak geliştirilmiş sanal gerçeklik yazılımının, hemiparalik hastaların ayak-

ta denge rehabilitasyonunda etkinliğini araştırmak amacıyla bir çalışma yapılmıştır. Çalışma sonucu olarak, sanal rehabilitasyon uygulanan hastaların durumunda önemli ölçüde iyileşme olduğunu göstermiştir (1).

- SG'in çoğu uygulaması, beyin aktivitesindeki değişiklikleri etkilemek ve ölçmek üzerine yoğunlaşmakla birlikte, sinir sistemi ve sanal ortam özellikleri arasında direkt bir bağlantı kuran beyin-bilgisayar ara yüzlerinin oluşturulması ile yapılmaktadır (30). Basit sanal ortamlar ve f-MRI kombinasyonunu kullanarak sensorimotor bozuklukların çalışma yöntemlerini geliştirmeye yönelik yapılan çalışmalarda, beyin-makine ara yüzleri ile rehabilitasyon araştırması arasında köprü kurduğu düşünülmektedir. Örneğin, merkezi sinir sistemindeki elektrik kayıtları ve kas aktivitesi, VR 'de dijital nesneleri (bir kumanda veya fareyi kullanarak) kontrol etmek için kullanılabilir. Yapılan araştırmalarda, insanların ekrandaki görüntüleri kontrol altına almaya yönelik dikkat çekme ve gönüllü olarak MTL (medial temporal lob) nöronlarındaki faaliyetleri (ateşleme hızını arttırarak veya azaltarak) etkilemeyi öğrenmek için dikkate değer bir yeteneğe sahip olduğunu göstermiştir (31).

2. SONUÇ

Sanal Gerçeklik, motor öğrenme prensiplerine dayanan özellikleri nedeniyle rehabilitasyon açısından umut verici bir tedavi yöntemi olma yolunda ilerlemektedir. Bununla birlikte SG teknolojisinin çeşitli hasta popülasyonlarının spesifik ihtiyaçlarına göre nasıl optimal bir şekilde kullanılabileceği ve ayarlanacağı henüz belli değildir. Ve birçok çalışma sonucunda net bilgiler verilmemektedir. Fizyoterapistlerin sanal ortamların oluşturulmasına verecekleri katkının bu tedavilerin etkinliğini artıracığı düşünülmektedir. Bu yeni eğitim yaklaşımının etkinliğini belirlemek için yeni yüksek kaliteli yeni çalışmalar gereklidir.

4. KAYNAKLAR

1. Karaduman, A., Aksu Yıldırım, S., & Tunca Yılmaz, Ö. (Eds.). (2016). *İnme Sonrası Fizyoterapi ve Rehabilitasyon*. Ankara: Hipokrat Kitabevi.
2. Kurbanoglu, S. S. (1996). Sanal gerçeklik: Gerçek mi, değil mi?. *Türk Kütüphaneciliği*, 10(1), 21-31.
3. Burdea, G. (2002, November). Keynote address: Virtual rehabilitation-benefits and challenges. In *1st International Workshop on Virtual Reality Rehabilitation (Mental Health, Neurological, Physical, Vocational) VRMHR* (pp. 1-11). sn.
4. Holden, M. K., & Dyar, T. (2002). Virtual Environment Training: A New Tool for Neurorehabilitation. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 26(2), 62-71.
5. GALLESE, V., FADIGA, L., FOGASSI, L., & RIZZOLATTI, G. (2009). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 132, 1685-1689.
6. Buccino, G., Binkofski, F., Fink, G. R., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., ... & Freund, H. J. (2001). Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: an fMRI study. *European journal of neuroscience*, 13(2), 400-404.
7. Rizzolatti, G., & Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annu. Rev. Neurosci.*, 27, 169-192.
8. Iacoboni, M., & Dapretto, M. (2006). The mirror neuron system and the consequences of its dysfunction. *Nature Reviews Neuroscience*, 7(12), 942-951.
9. Mukamel, R., Ekstrom, A. D., Kaplan, J., Iacoboni, M., & Fried, I. (2010). Single-neuron responses in humans during execution and observation of actions. *Current biology*, 20(8), 750-756.
10. Kilner, J. M., Friston, K. J., & Frith, C. D. (2007). The mirror-neuron system: a Bayesian perspective. *Neuro-report*, 18(6), 619-623.
11. Piron, L., Tonin, P., Piccione, F., Iaia, V., Trivello, E., & Dam, M. (2005). Virtual environment training therapy for arm motor rehabilitation. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 14(6), 732-740.
12. Broeren, J., Rydmark, M., Björkdahl, A., & Sunnerhagen, K. S. (2007). Assessment and training in a 3-dimensional virtual environment with haptics: a report on 5 cases of motor rehabilitation in the chronic stage after stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, 21(2), 180-189.
13. Merians, A. S., Tunik, E., Fluet, G. G., Qiu, Q., & Adamovich, S. V. (2009). Innovative approaches to the rehabilitation of upper extremity hemiparesis using virtual environments. *Eur J Phys Rehabil Med*, 45(1), 123-133.
14. Henderson, A., Korner-Bitensky, N., & Levin, M. (2007). Virtual reality in stroke rehabilitation: a systematic review of its effectiveness for upper limb motor recovery. *Topics in stroke rehabilitation*, 14(2), 52-61.
15. Proteau, L., Blandin, Y., Alain, C., & Dorion, A. (1994). The effects of the amount and variability of practice on the learning of a multi-segmented motor task. *Acta Psychologica*, 85(1), 61-74.
16. Carr, J. H. (Ed.). (1987). *Movement science: Foundations for physical therapy in rehabilitation*. Aspen Publishers.
17. Kwakkel, G., Wagenaar, R. C., Koelman, T. W., Lankhorst, G. J., & Koetsier, J. C. (1997). Effects of intensity of rehabilitation after stroke. *Stroke*, 28(8), 1550-1556.
18. Nudo, R. J., & Friel, K. M. (1998). Cortical plasticity after stroke: implications for rehabilitation. *Revue neurologique*, 155(9), 713-717.
19. Sallnäs, E. L., Rasmussen-Gröhn, K., & Sjöström, C. (2000). Supporting presence in collaborative environments by haptic force feedback. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 7(4), 461-476.
20. Levin, M. F., Michaelsen, S. M., Cirstea, C. M., & Roby-Brami, A. (2002). Use of the trunk for reaching targets placed within and beyond the reach in adult hemiparesis. *Experimental brain research*, 143(2), 171-180.
21. Karaduman, A. ve Tunca Yılmaz, Ö. (Ed.). (2016). *Fizyoterapi Rehabilitasyon Nörolojik Rehabilitasyon Kardiyopulmoner Rehabilitasyon*. Ankara: Pelikan Kitabevi.
22. Garrett, B., Taverner, T., Masinde, W., Gromala, D.,

- Shaw, C., & Negraeff, M. (2014). A rapid evidence assessment of immersive virtual reality as an adjunct therapy in acute pain management in clinical practice. *The Clinical journal of pain*, 30(12), 1089-1098.
23. Lewis, G. N., & Rosie, J. A. (2012). Virtual reality games for movement rehabilitation in neurological conditions: how do we meet the needs and expectations of the users?. *Disability and rehabilitation*, 34(22), 1880-1886.
24. Bohil, C. J., Alicea, B., & Biocca, F. A. (2011). Virtual reality in neuroscience research and therapy. *Nature reviews neuroscience*, 12(12), 752-762.
25. Broeren, J., Rydmark, M., & Sunnerhagen, K. S. (2004). Virtual reality and haptics as a training device for movement rehabilitation after stroke: a single-case study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(8), 1247-1250.
26. Jang, S. H., You, S. H., Hallett, M., Cho, Y. W., Park, C. M., Cho, S. H., ... & Kim, T. H. (2005). Cortical reorganization and associated functional motor recovery after virtual reality in patients with chronic stroke: an experimenter-blind preliminary study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 86(11), 2218-2223.
27. BE, M. A. J. (2016). A comparison of upper limb movement profiles when reaching to virtual and real targets using the Oculus Rift: implications for virtual-reality enhanced stroke rehabilitation. *Journal of Pain Management*, 9(3), 277.
28. Clark, R. A., Bryant, A. L., Pua, Y., McCrory, P., Bennell, K., & Hunt, M. (2010). Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance. *Gait & posture*, 31(3), 307-310.
29. Clark, R. A., McGough, R., & Paterson, K. (2011). Reliability of an inexpensive and portable dynamic weight bearing asymmetry assessment system incorporating dual Nintendo Wii Balance Boards. *Gait & posture*, 34(2), 288-291.
30. Lécuyer, A., Lotte, F., Reilly, R. B., Leeb, R., Hirose, M., & Slater, M. (2008). Brain-computer interfaces, virtual reality, and videogames. *Computer*, 41(10).
31. Cerf, M., Thiruvengadam, N., Mormann, F., Kraskov, A., Quiroga, R. Q., Koch, C., & Fried, I. (2010). On-line, voluntary control of human temporal lobe neurons. *Nature*, 467(7319), 1104-1108.