HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
Sağlık Bilimleri Fakültesi
Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü

Fizyoterapi Seminerleri

2016(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

© 2016(2)

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

DİZGİ

İbrahim YIKILMAZ (iyikilmaz@gmail.com)

Hipokrat Kitabevi

Süleyman Sırrı Cad. 15/2 Sıhhiye/ANKARA

Tel: 0 312 433 03 05

Faks: 0 312 433 03 15

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. A. Ayşe Karaduman

Prof. Dr. Nuray Kırdı

Prof. Dr. Tülin Düger

Prof. Dr. Türkan Akbayrak

Prof. Dr. Yavuz Yakut

Doç. Dr. Özlem Ülger

Doç. Dr. Sevil Bilgin

Doç. Dr. Songül Atasavun Uysal

Doç. Dr. Tüzün Fırat

Yrd. Doç. Dr. Gürsoy Coşkun

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

İÇİNDEKİLER

Vibrasyon: Fizyoterapide Kullanımı ve Etkileri 11
Fzt Ceyhun TÜRKMEN, Prof Dr Nezire KÖSE *11*

Riskli Bebeklerde Spontan Motor Hareketler ve Bilgisayar Tabanlı Video Analizi 17
Uzm Fzt Halil Alkan, Doç Dr Akmer MUTLU *17*

Omuz Rehabilitasyonunda Hangi Kas? Hangi Egzersiz 23
Fzt Dilara DÖNDER *23*

Erişkin Kas Hastalıklarında Fiziksel Aktivite 30
Uzm Fzt Fatma AYVAT *30*

Vestibüler Rehabilitasyon 40
Fzt Özge ONURSAL *40*

Medial Patellofemoral Ligament Tamiri Sonrası Diz Rehabilitasyonu 51
Uzm Fzt Serdar Demirci *51*

Skleroderma ve Rehabilitasyonu 59
Fzt Gamze ARIN, Prof Dr Edibe ÜNAL *59*

Bebeklerde Kısıtlayıcı Zorunlu Hareket Tedavisi (CIMT): 0 - 2 yaş tecrübesi 64
Fzt Bilge Nur YARDIMCI *64*

Serebral Palsi ve Refleksoloji 70
Uzm Fzt Sabiha BEZGİN, Doç Dr Bülent ELBASAN[2] *70*

Multipl Skleroz'da Görülen Yürüyüş Problemleri 75
Uzm Fzt Barış Çetin, Prof Dr Kadriye ARMUTLU *75*

İskelet Kasındaki Lif Tipi Adaptasyonları 81
Uzm Fzt Kıvanç DELİOĞLU *81*

Nöromusküler Skolyozda Fizyoterapi ve Rehabilitasyon 97
Uzm Fzt Sibel BOZGEYİK *97*

Geriatrik Rehabilitasyonda Bilişim Teknolojileri 102
Uzm Fzt Ayşe ABİT KOCAMAN *102*

Vibrasyon Temelli Reaksiyon Zamanı Ölçümü ve Eğitimi 108
Fzt Merve KARAPINAR, Doç Dr Tüzün FIRAT *108*

Fetal Spontan Motor Hareketlerin (General Movements) Değerlendirilmesi 114
Fzt Bilge Nur Yardımcı *114*

Duchenne Musküler Distrofi'de Yeni Bir Terapi Yaklaşımı: Tüm Vücut Vibrasyonu 119
Fzt Numan BULUT *119*

Kemoterapi Etkinliğine Egzersizin Katkısı 125
Uzm Fzt Ramazan KURUL *125*

Egzersizin Bağırsak Üzerine Etkisi 129
Fzt Utku BERBEROĞLU *129*

Foot Core Sistemi - Ayak İntrinsik Kaslarının Önemi 136
Uzm Fzt Şulenur YILDIZ, Prof Dr Nilgün BEK *136*

Diskinetik Serebral Palsili Çocuklarda Güncel Gelişmeler 142
Uzm Fzt Kübra SEYHAN, Prof Dr Mintaze KEREM GÜNEL *142*

Yürüyüşte Değişkenlik ve Normallik 150
Dr Fzt Hilal KEKLİCEK *150*

Dejeneratif Disk Hastalığı ve Metabolik Sendrom İlişkisi 156
Dr Fzt Aynur DEMİREL *156*

Çocukluktan Erişkinliğe Primer Siliyer Diskinezili Hastalarda Fizyoterapinin Yeri 162
Uzm Fzt Hazal SONBAHAR ULU *162*

Duyu Eğitiminin Dengeye Etkisi 166
Doç Dr Filiz ALTUĞ *166*

Güncel Literatür Işığında Multipl Skleroz'da Denge Çalışmaları 173
Doç Dr Fatma Karantay Mutluay *173*

Nörolojik Rehabilitasyonda Tüm Vücut Titreşimi ve Denge 179
Prof Dr Ferhan SOYUER *179*

Nörolojik Müzik Terapi 185
Doç Dr Sevil BİLGİN *185*

Fizyoterapistler İçin Terapatik Tai Chi Chuan 190
Yrd Doç Dr Özge Çakır *190*

Denge Rehabilitasyonunda Mobilite Yardımcıları ve Düşme 194
Yrd Doç Dr Z. Özlem YÜRÜK *194*

İnme Rehabilitasyonunda Optimal Yürüyüşün Geliştirilmesi

Yasemin PARLAK DEMİR[1], Büşra BAYTOK[1], Sibel AKSU YILDIRIM[2]
[1] *Turgut Özal Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu, Ankara*
[2]*Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara*
E-mail: fztyasemin@yahoo.com

ÖZET

İnme toplumlarda sıklıkla görülen, vücut sistemlerinde kalıcı hasara neden olan ve rehabilitasyon gerektiren klinik bir tablodur. İnme sonrası bireylerde çoğunlukla tonus anormallikleri, kas zayıflıkları, kontraktürler, duyu ve proprioception kayıpları, denge ve koordinasyon bozuklukları, postural kontrol kayıpları, fonksiyonel yetersizlikler, kognitif problemler görülmekte ve bu da bireyin yaşam kalitesini olumsuz yönde etkilemekte ve topluma entegrasyonunu zorlaştırmaktadır. İnmeli bireylerde fonksiyonel açıdan yürümede görülen bozukluklar ele alınmalıdır. Literatürde inmeli bireylere yönelik pek çok farklı rehabilitasyon yaklaşımından söz edilmektedir. Bu makalede yürümeye yönelik değerlendirme ve rehabilitasyon yöntemleri ele alınacaktır.

Anahtar kelimeler: İnme, yürüyüş, fizyoterapi, rehabilitasyon

ABSTRACT

Stroke is a clinical condition that often seen in society, causes permanent damage on the body system and requiring rehabilitation. Mostly tone abnormalities, muscle weakness, contractures, sensation and proprioception loss, balance and coordination disorders, postural control losses, functional impairment, cognitive problems are seen in individuals after stroke and this affects the quality of life in a negative way and makes it difficult for social integration. Disorders in walking should be examined from functional aspectsin individuals with stroke. In literature, for individuals with stroke, it is mentioned many different rehabilitation approaches. In this article, assessment and rehabilitation methods will be discussed for walking.

Keywords: Stroke, walking, physiotherapy, rehabilitation

1. GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü tarafından yapılan tanımlamaya göre inme; vasküler problemlerin neden olduğu, hızlı gelişen, süresi yirmi dört saatten daha uzun süren ve ölümle sonuçlanabilen, motor fonksiyon bozukluğu ile karakterize bir klinik tablodur ve insidansı yüksek bir nörolojik sorundur. Dünya Sağlık Örgütünün verilerine göre dünyada her sene on beş milyon insan inme geçirmektedir (1).

İnme bireylerin yürüyüş paternlerinde kalıcı bozukluklara neden olmaktadır. Yürüme nörolojik problemi olan hastaların çoğunun rehabilitasyonda en önemli amaçlarından biridir. İnmeli hastaların %75-85'i hastaneden taburcu olmakta, % 90'ı mobilite problemlerini de içeren fonksiyonel yetersizlikleri bulunmaktadır. İnmeden 6 ay sonra %65-85'i bağımsız yürümeyi öğrenebilmektedir. Hastaların % 25'i yürüme yardımcısı olmadan yürüyememektedir.

2. İNMELİ HASTADA YÜRÜME NEDEN ÖNEMLİ

Ölüm, kardiyovasküler hastalık ve yürümedeki özrün tanımlanması için en az 400 metre yürüyebilmek önemli bir belirteç (*prediktör*) olarak tanımlanmakta iken inmede ise yürüyebilmek hastaneden çıkış kararı ve mortalitenin azaltılması için önemli bir belirteçtir. Alt ekstremite motor iyileşmesinin belirteçleri ise inmenin şiddeti ve yaşdır. Genç hastalarda iyileşme yaşlılara oranla daha iyidir. İyileşme için diğer önemli bir belirteç ise gövde dengesidir ki bu da yürüme için önemli bir parametredir (2).

Yürümenin bileşenlerini postüral kontrol, motor faktörler, duyusal faktörler ve kognitif işlemler oluşturmaktadır. Bu nedenle de inme geçiren hastada yürüme eğitiminde bütüncül bir yaklaşım sergilenmesi önemlidir.

3. PROBLEM LİSTESİ

İnmeli bireylerdeki problemler sıklıkla tonus anormallikleri, kas zayıflıkları, kontraktürler, duyu ve proprioception kayıpları, denge ve koordinasyon bozuklukları, yürüme anormallikleri, postural kontrol kayıpları, fonksiyonel yetersizlikler, kognitif problemlerden oluşmaktadır. İnme sonrası gelişebilecek görme problemleri, mobilizasyon aşamasına gelindiğinde bireyi kısıtlayıcı faktörler olarak karşımıza çıkabilir. Çift görme veya hemianopi durumları gelişebilmektedir. Rehabilitasyon aşamasında karşımıza çıkabilecek bir diğer problem ise emosyonel değişiklikler ve bireyin uygun olmayan davranışlarıdır. Dikkat azlığı, hafıza kaybı ve neglect de sıklıkla karşımıza çıkan problemlerdir.

4. İNMELİ HASTA NASIL YÜRÜR

Yürümeye "yeterli" denilebilmesi için, güvenli şekilde ve yeterli hızda karşıdan karşıya geçmek, günlük yaşam aktivitelerini ve çeşitli aletler ile yapılan işleri gerçekleştirebilmek, bağımsız şekilde engelleri geçebilme, yürürken dengeyi koruyarak başa rotasyonlar yaptırabilmek, beklenmedik zemin değişikliklerinde dengeyi koruyabilmek, yaklaşan engellere uyum sağlamak ve uygun stratejiler geliştirmek gerekmektedir (3).

İnme sonrası bireylerin yürüyüşü yavaştır ve bunun nedenleri sıklıkla zayıf postural kontrol, asimetrik adım uzunluğu, zayıf motor kontrol, azalmış veya bozulmuş denge reaksiyonları, paratik bacağa ağırlık aktarma problemleri, düşük ayak, sallanma fazında aşırı diz ve kalça fleksiyonu gibi çeşitli nedenlerledir. Trendelenburg yürüyüşü de görülebilmektedir ancak unutulmamalıdır ki tipik bir hemiplejik yürüyüş yoktur.

4.1. Postural Kontrol ve Yürüme

Fonksiyonel aktiviteler sırasındaki Berg Denge Ölçeği ile ölçülen postüral kontrolün, 6 dakika yürüme testi ile ölçülen yürüme enduransı ile (orta ve yüksek) ilişkili olduğu gösterilmiştir (4). Yapılan bir çalışmada inme geçirmiş bireyler iki gruba ayrılarak, çalışma grubuna standart rehabilitasyon programına ek diz seviyesinde yer alan bir tuşa gövde fleksiyonu yaparak basma egzersizi uygulanmış ve kontrol grubuna ise standart bir rehabilitasyon programı uygulanmıştır. Kontrol grubunda bir fark görülmezken, çalışma grubunda kontrol grubuna göre denge ve yürüme hızlarında önemli bir artış ortaya çıktığı gösterilmiştir. Sonuç olarak gövdenin öne doğru fleksiyonunu içeren egzersizlerin gövde kontrolünü, dinamik balansı ve yürüyüşü geliştirdiği tespit edilmiş ve rehabilitasyon programında kullanılmasının efektif olduğu söylenmiştir (5).

Bir diğer çalışmada hemiparatik bireylerde eforlu yürüme aktivitesinin postüral stabiliteyle ilişkisi araştırılmış, bireylere 3 farklı deneme yapılmış ve bireyler her seferinde randomize olarak 6 dakika ve 18 dakika yürüme gruplarına ayrılmıştır. 18 dakika yürüyen kişilerde artmış yürüme süresinin postüral stabilizasyonu negatif yönde etkilediği belirtilmiştir. İnme geçiren bireylerde artmış yürüme süresinin düşmeyi arttırabileceği söylenmiştir (6).

4.2. Kas Kuvveti ve Yürüme

Paratik alt ekstremitede ayak dorsi fleksörleri, kalça fleksörleri, diz fleksör ve ekstansör kasları ile sağlam alt esktremite, diz fleksör, ayak plantar fleksör kas kuvvetinin; tempolu merdiven çıkma ve yürüme hızı ile ilişkili olduğu bulunmuştur (7). 2013 yılında Didier Pradon ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada inme geçirmiş bireylerde alt ekstremite kas kuvveti ya da spastisitesi ile 6DYT'deki performansın ilişkili olup olmadığına bakılmıştır. Kas kuvveti ve yürüme performansı arasında önemli ölçüde bir ilişki bulunurken, spastisite ile ilgili önemli bir korelasyon bulunamamıştır (8).

2015 yılında yapılan bir çalışmada ise inme geçirmiş bireylerde, kas kuvvetinin yürüyüşte görülen asimetri ve efor derecesi ile ilişkisine bakılmıştır. Yürümedeki asimetrinin, artan eforla beraber arttığı; asimetrinin alt ekstremite kas kuvvet yetersizliğinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Sonuç olarak da gelişen asimetrinin; etkilenmiş taraf plantar fleksör ve kalça ekstansör kaslarının maximum potansiyel hareketi esnasında ortaya çıktığı belirlenmiştir (9). İnme sonrası bireylerdeki uygunsuz kas aktivasyonu, değişmiş yürüyüş mekaniklerine yol açabilir. Bu durum, etkilenim olmamış bireydeki otomatik kontrolle karşılaştırıldığında kasların değişen yer reaksiyon kuvvetiyle sonuçlanmaktadır (10).

4.3. Spastisite ve Yürüme

Kronik inme hastalarında spastisite ve pareziyle ilgili olarak merdiven çıkma, uzun yürüme mesafesi, artmış yürüme hızı, objelerin üzerinden geçme kapasitelerini sınırlayan kalıcı yürüme

anormallikleri vardır. Bu durum daha çok azalmış kalça fleksiyon, diz fleksiyon ve dorsifleksiyon derecesi ile karakterizedir. Bu kinematik anormalliklerin ana sebebi spastisite olarak belirtilmektedir (11).

Yapılan çalışmalarda diz ekstansör ve ayak bileği plantar fleksör pasif eklem limitasyonunun ve alt ekstremite spastisitesinin yürüme hızı ile ilişkisi bulunmamıştır (12,13).

4.4. Duyu ve Yürüme

İnmeli bireyler genellikle motor bozukluğu ifade eden hemiparazi kelimesi kullanılırken duyusal bozukluğu ifade eden hemianestezi terimi sıklıkla tercih edilmemektedir. Fakat inme geçiren bireylerde motor kaybın yanında duyusal kaybın da olduğu ve somatosensoriyel sistemin etkilendiği unutulmamalıdır. Somatosensoriyel sistem bizim günlük yaşamda çevre ile iletişim kurmamızı sağlarken, bizi dış tehlikelere karşı da uyarmakla yükümlüdür. İnme geçiren bireylerde motor iyileşmenin önemi kadar duyusal kaybın da giderilmesi gerekmekte, iki sistemin ortak çalıştığı unutulmamalıdır. Özellikle taban altı basınç duyusu için uygulanacak derin masajın, bireyin propriyoseptif duyusunun iyileşmesinde yardımcı olacağı bilinmektedir (14).

Ayak yürüme için önemli bir duyu organımızdır. Duruş fazında alt ekstremitenin kas aktivasyonunu ayarlamak ve kontrol etmek için periferal girdilere kaynak sağlar. Duyusal uyarı nöroplastisiteyi artırır. Duyusal uyarımı arttırmak için elektrik stimülasyonu, stroking, taban altı derin masaj, nöromusküler fasilitasyon teknikleri kullanılmaktadır. Ön ayağa ve abduktör digiti minimi kasına yapılan uyarının ayağın hareket kontrolünde anahtar unsur olduğu ve yürüme hızını artırdığı gösterilmiştir (15).

5. İNMEDE YÜRÜYÜŞÜN DEĞERLENDİRMESİ HANGİ PARAMETRELERİ İÇERİR

Değerlendirme motor, duyu (görsel, işitsel, proprioceptif), statik ve dinamik denge, fonksiyonel düzey ve kapasite, yürüme enduransı, katılım ve düşme riski parametrelerini içermelidir. Değerlendirmede kullanılabilecek yöntemlerden bazıları Tablo 1'de gösterilmiştir.

6. KLİNİKTE YÜRÜME EĞİTİMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİNDE EN ÇOK KULLANILAN YÖNTEMLER

6.1. Berg Denge Değerlendirmesi

Berg Denge Ölçeği 14 fonksiyonel aktivite ile tanımlanmıştır. Bireyden yapması istenilen aktivite gözlemlenerek 0 ile 4 arası bir puanlama yapılır. Bu aktiviteler; oturmadan ayağa kalkma, desteksiz ayakta durma, desteksiz oturma, ayakta iken oturur pozisyona geçme, yer değiştirme, gözler kapalı iken ayakta durma, ayaklar bitişik iken ayakta durma, ayakta iken kollar gergin öne uzanma, yerden obje alma, geriye bakmak için dönme aktivitesi, 360 derece dönmek, diğer ayağı tabureye koymak, bir ayak önde iken ayakta durmak, tek ayak üzerinde ayakta durmak şeklindedir (16). İnmeli bireylerde geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Şahin ve arkadaşları tarafından 2013 yılında yapılmıştır.

Berg Denge Ölçeğinden alınabilecek en üst skor 56'dır. Anahtar skoru ise 45'tir ve 45'in altındaki skorlar denge bozukluğu ve düşme riskini göstermektedir. Yapılan gözlemsel bir çalışmada hemiplejik bireylerde denge, mobilite ve düşme arasındaki korelasyon incelenmiştir. Bireyler; düşenler ve düşmeyenler olarak iki gruba ayrılmış

Tablo 1. Değerlendirmede Kullanılabilecek Yöntemler

STATİK DENGE	DİNAMİK DENGE	DUYUSAL MANİPÜLASYON TESTLERİ	FONKSİYONEL ÖLÇEKLER	TEST BAYTARYALARI
• Romberg test • Topuk-Burun Romberg Test • Tek ayak üzerinde durma testi • Postural • salınımların değerlendirilmesi • Süreli • Ayakta durma testi • Postural stres testi • Motor • kontrol testi	• Fonksiyonel uzanma testi	• Duyusal düzenleme testleri • Görsel doğruluk testleri • Vertigo, nistagmus semisirküler kanal testleri • Okulomotor testler • Somotosensori vestibuler ve proprioseptif bilgiyi birleştirme değerlendirmeleri	• Berg denge ölçeği • Süreli kalk ve yürü testi • Dinamik yürüme indeksi • Fonksiyonel • ayakta durma denge ölçeği • Rivermead • mobilite indeksi • 10 metre yürüme testi • 6 dakika yürüme testi	• Fugl meyer duyu motor denge performans değerlendirmesi

ve bireylere Berg Denge Ölçeği uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda düşenler ve düşmeyenler şeklinde sınıflandırmak için Berg Denge Ölçeğinin geçerliliğinin % 81.1 olduğu, yine iki grubun ayırım kriteri olarak 31 puanının eşik değer olduğu, bu puanın altındakilerde yüksek düşme riski olduğu belirtilmiştir (17). 2015 yılında yapılan bir çalışmada inme geçiren bireylerin tedaviye başvurusu sırasında ve 1 ay sonrasında Berg Denge skoru ölçülmüştür. Sonuçta başvuru sırasında skoru ≥13 olan bireylerin 3 ay sonra bağımsız yürüme yeteneğini kazandığı bulunmuştur. Başvuruda skorlar <13 olanlarda 1 ay sonraki skor ölçülmüş, ≥27 skoruna ulaşanlarda 3 ay içinde bağımsız yürüme becerisini kazandığını görmüşlerdir (18). Berg Denge Ölçeğinin kuvvetli yönü statik ve dinamik dengeyi ölçer. Avantajlı basit ekipmanla yapılır ve özel bir eğitime ihtiyaç duyulmaz, limitasyonu ise hastanın mobilite düzeyi ve yürüme yardımcısı ihtiyacına karar vermede yeterli bilgi vermemesidir. Ciddi etkilenmesi olan hastalarda, inmenin erken döneminde hassasiyeti azalmaktadır (19).

6.2. Süreli Kalk Yürü Testi

Süreli kalk yürü testi için birey sandalyede oturmakta iken, sandalyeden kalkması, belirlenen 3 metrelik mesafeyi normal hızı ile yürümesi, 3 metrenin sonunda bulunan sandalyenin etrafından dönmesi, geri yürümesi ve tekrar sandalyeye oturması istenir. Sandalyeden kalkarken ellerinden destek almaması istenir. Süre, saniye cinsinden not edilir (20). Süreli kalk yürü testinde inme hastaları için belirteç süre 22,6 saniye olarak normal kabul edilmektedir. Sağlıklılarda ise bu süre 9,1 sn'dir (21).

Süreli kalk yürü testinin kuvvetli yönü uygulaması kolay ve hızlı olması, özel bir ekipmana ihtiyaç duyulmaması, süre ile objektif bir veri vermesidir. Limitasyonu ise kognitif etkilenimi olan bireyler için uygun değildir. Ayrıca normative değerinin olmaması nedeniyle sadece bireyin kendi içindeki değişimi göstermektedir. Kapsamlı değerlendirmelerden daha kısıtlı bilgi verir (22).

6.3. 6 Dakika Yürüme Testi

Bu test hastanın fonksiyonel kapasitesi hakkında bilgi verir. Bireyin 6 dakika içinde yürüdüğü mesafe metre cinsinden kaydedilir. Birey başlangıçta bir sandalyede 15 dakika dinlendirilir. 30 metrelik mesafede 6 dakika boyunca, kendisi için uygun olan hızda yürür. Kuvvetli yönü, uygulanmasının kolay ve hızlı olması, özel bir ekipman ve eğitime ihtiyaç duyulmamasıdır. Yürüme yardımcısıyla beraber uygulanabilir. Submaksimal aerobik kapasiteyi gösterir. Limitasyonu ise ambule olamayan hastalarda uygulanamaz.

6.4. Yürüme Performansı

Dakikada 25 metre yürüyebilen inmeli hastanın toplum içinde yürüyebileceği literatürde gösterilmiştir (23). Subakut ve kronik inme hastaları 6 dakika yürüme testi sırasında 200-300 metre mesafe yürüyebilmektedir. Bu mesafe sağlıklılarda 400 metredir (4). Zamanlı merdiven inip çıkma testinin inme hastalarında yüksek güvenirliğe sahip olduğu gösterilmiştir. Çalışmaya göre inmeli bireylerde 12 basamak merdiven çıkma süresi ortalama 10,4 saniye iken merdiven inme süresi ortalama 10,9 saniyedir (24).

6.5. Katılım ve Yürüme

Katılım yaşamın içinde var olmaktır, bu yüzden inme hastalarının yaşama dahil edilmesi büyük önem taşımaktadır. İnme geçiren bireylerin günlük yaşantısındaki fonksiyonel hareketlerdeki katılımın performans ve kapasitesine bakıldığında bu iki parametre arasındaki farkın fazla olduğu görülmektedir. İnmeli hastalardaki yürüyüş performansı sınırlı bir çevrede, çevresel düzenlemelerin optimal olduğu ortamda dahi iyi sonuçlar çıkarırken, bu hastaların yürüme kapasitelerine bakıldığında katılımın daha az olduğu, çevresel adaptasyonda zorlandıkları, bu sebeple yürüme kapasitelerinin az olduğu görülmüştür. Rehabilitasyondaki amacımız da farklı çevrelere adaptasyon eğitimi vererek yürüme kapasitelerini arttırmak olmalıdır. Katılımın tempolu yürüme hızı, merdiven çıkma hızı, süreli kalk yürü testi, 6 dakika yürüme testi inme etki ölçeği ile ilişkili olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (25).

Son yıllarda inmeli hastaların katılımı değerlendirilirken adım sayısı ölçümleri de kullanılmaya başlamıştır. Günlük atılan adım sayısı sağlıklılarda 5000-6000 iken, inmeli hasta 60-6000 arasında değişmekte ve ortalama 2800-3000 aralığındadır (26,27). 2 haftalık rehabilitasyon sonrası adım sayısının 1536±106 adım/gün, 3 haftalık rehabilitasyon sonrasında ise 2765±1677 adım/gün çıktığı gösterilmiştir. Hastanın yakın (sınırlı) çevresinde tempolu yürüme hızı 0,4m/s iken toplum içinde (sınırsız çevre) tempolu yürüme hızı 0,8m/s'dir (23). Literatürde 6 dakika yürüme testi ile ölçülen yürüme enduransının hastanın yeniden toplumsal uyumu ile ilişkili olduğu da gösterilmiştir (28).

7. REHABİLİTASYON YAKLAŞIMLARI

Rehabilitasyonun temelinde motor öğrenme hedeflenmektedir. Bu amaçla nörogelişimsel yaklaşımlar, fonksiyona dayalı, bozukluk temeli ve göreve yönelik yaklaşımlar, katılım temelli yaklaşımlar kullanılmaktadır (29).

7.1. Motor Öğrenme Nasıl Gerçekleşir?

İnsan motor sistemi deneyim ve pratik yoluyla öğrenme yeteneğine sahiptir. İnme sonrası hemiparazili bireylerde yapılan motor öğrenme çalışmaları değişken sonuçlar vermiştir. İnme hastalarının heterojenliği göz önüne alındığında spesifik bir motor öğrenme problemi tanımlamak zor olabilir. Fakat yapılan pek çok çalışmada inme geçiren bireylerde motor öğrenmemin korunduğu bildirilmiştir (30). Motor öğrenme için literatürde bahsedilen pazı parametreler bulunmaktadır. Bunlar göreve özel yoğun tekrarlı eğitimin yapılması, aktivitelerdeki çeşitlilik (tekrarsız tekrarlar), meydan okuma (challenge) (31), tekrarlı bilateral, unilateral, simetrik ve asimetrik aktiviteler (32), amaca yönelik ve anlamlı aktiviteler, artırılmış görsel ve işitsel feedback (33) ayna nöronların aktivasyonu (34) çift görev (dual-task) (35) ve adaptasyon-transfer yeteneğidir (36).

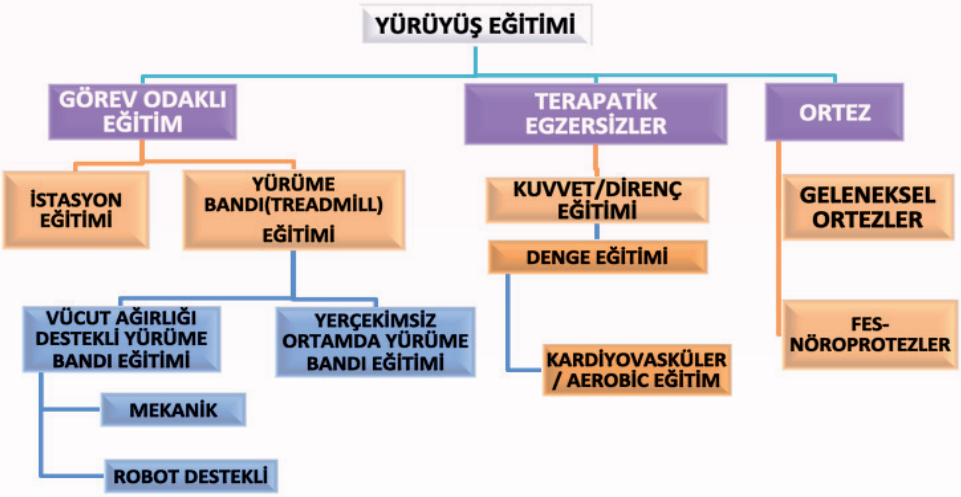
Motor öğrenme prensiplerinden özellikle tekrarsız tekrarların ve kolaydan zora doğru aktivitenin ilerletilmesinin yürüme rehabilitasyonunda pozitif etkileri belirtilmektedir. Bu nedenle rehabilitasyon programı düzenlenirken bu prensipler göz önünde bulundurulmalıdır. Motor öğrenmenin yukarda belirttiğimiz prensipleri daha iyi transfer ve daha yoğun motor beceriyi beraberinde getirir. Krauker ve arkadaşlarına göre; tekrarsız tekrar (değişken pratikler) yürüme rehabilitasyonunun temelini oluşturmakta ve öğrenilenlerin uzun süreler korunabileceğini belirtmektedir. Aynı zamanda yapılan çalışmalarda motor öğrenmenin gerçekleşmesinde tekrarsız tekrarların (değişken pratikler); tamamen aynı görevleri yapmaya göre daha üstün olduğu görülmektedir. Çalışmacıların bu konuda görüş birliği olduğu literatürde görülmektedir (30).

7.2. Erken ve Yoğun Mobilizasyon Eğitimi

Hem hemorajik hem de iskemik inme olguları inme sonrası 24. saatte başlayan ve düzenli aralıklarla sürdürülen çok erken ve yoğun mobilizasyon eğitimi standart tedavilere göre bağımsız yürüme ve fonksiyonel sonuçları düzeltmede etkilidir. Etkiler 3. ve 12. aylarda da sürmektedir (37). Geç başlanan fizyoterapinin kısa ve uzun mesafe yürümeyi ve fonksiyonlarını düzelttiği yönünde limitli kanıtlar bulunmaktadır (38). 2007 yılında yapılan bir çalışmada akut inme sonrası hastalar 22. saatte mobilize edilmiş ve sonuçları izlenmiştir. 100 hastadan 14'ünde baş dönmesi ve bilinç bozulması şikayetleriyle mobilizasyon tamamlanırken, 86 hastada erken mobilizasyon prosedürüne uyulmuş ve herhangi bir problemle karşılaşılmadığı belirtilmiştir (39).

Diğer bir çalışmada akut inme sonrası bireyler iki gruba ayrılmıştır, ilk gruba normal bakım uygulanırken ikinci gruba ilk 24 saat içinde mobilizasyon uygulaması yapılmıştır ve sonuçlar depresyon ve anksiyete düzeyi açısından karşılaştırılmıştır. 7. günde erken mobilizasyon grubunda depresyon ve anksiyete düzeyinde anlamlı olarak azalma görüldüğü belirtilmiştir. İnme sonrası oluşan depresyonun rehabilitasyona katılımı azalttığı ve iyileşmeyi geciktirdiği ayrıca ölüm oranını arttırdığı literatürde belirtilmiştir. Bu nedenle inme sonrası depresyonu azaltmak için uygulanacak erken dönem mobilizasyon önem kazanmakta ve rehabilitasyonun sonuçlarını etkilemektedir. Çalışmada inme sonrası erken dönem yürüme seviyesinin anksiyete için önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir (40).

Yürüyüş eğitiminin bileşenleri Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Yürüyüş Eğitiminin Bileşenleri

7.3. Görev Odaklı Egzersiz Eğitimi

Görev odaklı egzersiz eğitimi; kinezyoloji ve motor öğrenme yeteneğiyle ilgili literatür bilgisinden gelişen, spesifik motor görevlerin pratik edildiği ve çeşitli feedbacklerin alındığı eğitim ya da terapi yöntemi olarak tanımlanır. Kas kuvvet yetersizliği gibi tek bir soruna yönelmek yerine fonksiyonel görevlerin eğitimine odaklanan bir yöntemdir. Yürüme bandı üzerinde eğitim, hareketsiz zeminde yürüme eğitimi, bisikletle yapılan eğitimler, endurans ve istasyon eğitimleri, oturmadan ayağa kalkma, dengeyi geliştirmek için objelere uzanma gibi geniş yelpazede egzersiz grubunu kapsar. Görev odaklı egzersiz eğitimi için 5R stratejisinden bahsedilmektedir. Bunlar; hastaya uygun ve göreve özgü olması *(relevant)*, randomize olarak düzenlenmiş olması *(randomly ordered)*, tekrarlayıcı olması *(repetitive)*, tüm görevin doğru yapılandırılmış olması *(aim towards reconstruction of the whole task)* ve pozitif olarak kuvvetlendirilmiş olması *(positively reinforced)* şeklinde belirtilmiştir (41).

2006 yılında yapılan bir çalışmada inme sonrası kronik dönemdeki bireylere 8 hafta boyunca görev odaklı egzersiz eğitimi verilmiştir. Bireylerin denge ve mobilite değişimleri sırasıyla Berg Denge skoru ve süreli kalk yürü testi ile değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda bireylerin Berg Denge skoru ortalama %5,8 oranında artış göstermiş ve süreli kalk yürü testinde ortalama %17,5 oranında bir azalma belirtilmiştir (42) . Paretik alt ekstremitenin kuvvetlendirilmesi, yürüme ve dengenin restorasyonu için, görev odaklı egzersiz eğitimi lehinde kuvvetli kanıtlar vardır. Elde edilen pozitif etkiler, egzersiz programı içinde eğitilen aktivitelerle kısıtlıdır (41,43).

7.4. Kuvvet Platformları

İşitsel veya görsel feedback ile çalışan kuvvet platformları ile yapılan tedavilerin; ayakta durma simetrisine olumlu katkı sağlarken, postüral salınım, aktif fonksiyonel aktiviteler sırasındaki denge ve bağımsızlığı etkilemediği gösterilmiştir. Transfer yeteneği ve dengenin geliştirilebilmesi için hareketli kuvvet platformu ile eğitim veya biofeedback ve tekrarlı aktivite eğitimi verilmesi önerilmektedir. Bu konuda kanıtlar limitlidir ve ileri çalışmalara ihtiyaç vardır (44).

7.5. İstasyon Eğitimi

Yoğun şekilde belirli faaliyetler ve işe özel aktiviteler ve aktif egzersizler kullanılarak yapılan bir tedavi modelidir. İstasyon eğitiminde anahtar komponent her terapistin en az iki katılımcıyla birlikte grup eğitimi tarzında çalışmasıdır. Fonksiyonel aktiviteler tekrarlı şekilde pratik edilir ve egzersizler progresif olarak sürdürülür. Eğitime katılanlar kapalı bir devre içindeki iş istasyon serilerini tamamlar. Bir grup düzeni içindeki bireysel egzersiz serilerini yaparlar. Eğitimde esas olarak günlük motor aktiviteler, aktiviteye özel şekilde tekrarlı olarak eğitilir. Eğitimin ilerletilmesi ve geri bildirim verilmesi için grup içindeki hastalara gözetim altında, kendileri için anlamlı olan fonksiyonlar pratik ettirilir. İstasyon eğitimi yürüme hızını, yürüme mesafesini ve dengeyi artırırken, hastanede kalış süresini (ortalama 19 gün) azalttığı gösterilmiştir. Tedavi sırasında düşme gibi yan etkiler azdır. Bu yöntemin kanıt düzeyi orta derecedir (45). İstasyon eğitimi etkin ve verimli bir eğitim programının 3 temel özelliğini karşılar;

- Farklı iş istasyonları kullanarak, anlamlı aktiviteler ve kendi ihtiyaçlarını karşılamak için ilerleyici ve yoğun şekilde pratik etme ortamı sağlar.
- Terapistin ve rehabilitasyondaki bireylerin zamanını verimli kullanmasını sağlar.
- Akran desteği ve sosyal destek gibi grup dinamiklerini kapsar.

Yapılan çalışmalar istasyon eğitiminin denge, transfer aktiviteleri, yürüme, yürümeyle ilgili faaliyetler (merdiven çıkma gibi) ve üst ekstremite fonksiyonlarını geliştirmede etkili olduğunu göstermiştir. İnme sonrası ilk 6 ay içinde ve daha sonra uygulandığında etkilerinin daha fazla olduğu gösterilmiştir (46).

7.6. Kısmi Vücut Ağırlığı Destekli Yürüme Eğitimi

Bu eğitim yöntemi vücut ağırlığının simetrik olarak alt ekstremitelerden alınmasıdır. Literatürde çift destek periyodunun azaldığı, dengenin arttığı, kompansatuar stratejilerin azaldığı gösterilmiştir. Bu yöntemle vücut ağırlığı desteği %30'dan düşük olmalıdır (47). Bir seans içerisinde daha fazla adım almak mümkündür. Yürüme bandı ile 1000 adım / 20 dakika alınırken konvansiyonel tedavide 50-100 adım /20 dakikadır (48). Bu yönüyle motor öğrenme için avantaj oluşturmaktadır.

Vücut ağırlığı ile mekanik yardımlı yürüme eğitimleri (treadmill, elektromekanik yürüme eğiticisi, robotik aletler, servo–motor cihazı) konusundaki kanıtlara bakıldığında Mehrholz J ve arkadaşlarının 2007 yılında yaptığı çalışmada; fizyoterapiyle kombine elektromekanik yardımlı yürüme eğitiminin, daha önce yürüyemeyen inmeli hastalarda bağımsız yürümeyi geliştirdiği, yürüme hızını veya yürüme kapasitesini etkilemediğini ortaya koymaktadır. Yürümede bu

cihazlar ne süre ile kullanılmalı, hangi frekansta uygulanmalı, ne zaman kullanılmaya başlanmalı ve etki ne kadar süre devam ediyor gibi soruların cevaplanması için ileri çalışmalara ihtiyaç var (49).

7.7. Robot Destekli Yürüme Tedavisi

Robotik teknolojideki son gelişmeler farklı şekillerde robot tasarımlarına izin vermiş ve bu durum da rehabilitasyonda robot kullanımının yeni bir alternatif olarak ortaya çıkmasına neden olmuştur. Genellikle robotik nörorehabilitasyon ya da robot aracılı tedavi olarak bahsedilmektedir. Robotlar terapistin çok yoğun fiziksel efor harcaması gereken durumlarda bu eforu azaltacağından yararlı olabilir. Fizyoterapist robotla gerçekleştirilen eğitimi gözlemlemeye devam eder ve fiziksel etkileşimin olmadığı durumlarda hastaya yol gösterir (50).

Serbestlik derecesine baktığımızda frontal ve transvers düzlemde hareketler engellenir, bir ekstremiteden diğerine ağırlık aktarma azalır, sagital düzlemde kompansatuar hareketler yürüyüşün düzgünlüğünü sağlamakta, yürüme hızını artırmaktadır. Vücut ağırlığı desteğinin fazla olması yürüyüşte denge kontrolünü azaltır, pelvis – toraks intersegmental koordinasyonunu azaltır. Erken dönemde inmeli bireyin yürüyüşünü fasilite eder.

Robotik rehabilitasyonun avantajları; hastanın hareketi gerçekleşirken yardım veya direnç uygulanmasına imkan verir. Tekrarlı ve yoğun eğitim verilmesini sağlar, objektif performans ölçümüne imkan verir. Geri bildirim sağlama özelliği vardır. Hasta için motive edicidir. Tutarlı tedavi uygulanmasına katkı sağlar. Hasta için güvenlidir. Robotik rehabilitasyon dezavantajları ise pahalı, büyük ve demode olma riski vardır. Hareket aynı düzlemde tekrar edilir. Değişken çevre yoktur. Hataya çoğunlukla izin vermez.

Robot destekli yürüme eğitiminin denge üzerine olumlu etkisi vardır fakat hangi tip robot kullanılacağı konusu henüz netlik kazanmamıştır. Akut, subakut/kronik inme hastalarında karşılaştırmalı çalışmalara ihtiyaç vardır (51).

7.8. Sanal Gerçeklik

Sanal gerçeklik; yazılım programlarıyla geliştirilmiş, insan – makine arayüzü aracılığıyla deneyimlenebilen, günlük hayattaki çevrenin simülasyonudur. Bu sistem inme sonrası rehabilitasyonda 15 yılı aşkın süredir kullanılmaktadır. Sanal gerçeklik uygulaması hastaların kendine güven ve motivasyonunu artırmaktadır. Sanal gerçeklik çevresi nöroplastik değişiklikleri ve öğrenmeyi uyarır, yürüme hızını ve kas kuvvetini arttırır dolayısıyla yaşam kalitesini olumlu etkilemektedir (52-54). Fung ve arkadaşlarının (2006) yaptıkları çalışmada sanal gerçeklik yöntemiyle birlikte yürüme bandı üzerinde verilen yürüme eğitiminin yürüme hızı ve yürümeyi öğrenme yeteneğini arttırdığı gösterilmiştir (55).

7.9. Fonksiyonel Elektirik Stimülasyonu (FES)

Kas kuvveti ve motor fonksiyon üzerine pozitif etkisinin olduğu (56), ağrıda anlamlı azalmaya neden olduğu ve (57) ekstremite fonksiyonu ve motor kontrolu arttırdığı bulunmuştur (58). Yürüyüşün düzgünlüğünü sağlamakta, yürüme hızını artırmaktadır (59,60). 2016 yılında yapılan bir meta-analizde alt ekstremiteyi kuvvetlendirmenin; kuvvet, denge ve yürüme yeteneğine etkisi değerlendirilmiştir. İlerleyici dirençli egzersiz, görev odaklı egzersiz eğitimi, fonksiyonel elektrik stimülasyonu ve aerobik bisiklet egzersizlerinin sonuçları incelemiştir. Fonksiyonel elektrik stimülasyonu uygulanan grupta kontrol grubuna göre 6 dakika yürüme testi ve kas kuvveti açısından anlamlı bir gelişme olmadığı belirtilmiştir. Çalışmalarda denge Berg Denge Ölçeği ve süreli kalk – yürü testiyle değerlendirilmiş, fonksiyonel elektrik stimülasyonu uygulanan grupta anlamlı bir farklılık olmadığı belirtilmiştir (61).

7.10. Derin Beyin Stimülasyonu

Dışarıdan elektrik akımı vermeden, güçlü ama kısa bir manyetik alan oluşturarak etkisini gösterir. Anadol stimülasyon etkilenen tarafın uyarıldığı, katodal stimülasyon ise etkilenmeyen tarafın inhibisyonu amaçlı kullanılmaktadır (62). Uygulama lokal olarak etki eder ve hedeflenen alanda nöronal depolarizasyon gerçekleştirmektedir (63).

Bihemisferik anadal stimülasyonun subakut inmeli hastada yürüme bozukluklarını düzelttiği belirtilmektedir (64).

24 Subakut İnmeli vakanın alındığı bir çalışmada birinci gruba konvansiyonel tedavi ve transkranial direkt stimülasyon, ikinci gruba konvansiyonel tedavi ve sham stimülasyon uygulanmasının sonucunda birinci grup Fugl Meyer alt ekstremite skoru ve Motricity Index alt ekstremite skoru yüksek olduğu gösterilmiş fakat gruplar arası fark bulunamamıştır (65).

7.11. Müzikle Yürüme Eğitimi

Nascimento ve arkadaşları tarafından yayınlanan bir sistematik derlemede 7 randomize kontrollü

çalışma incelenmiş, metronom eşliğinde yürüme eğitimi - normal yürüme eğitimi karşılaştırılmıştır. Metronom kullanımının yürüme hızını, adım genişliğini, kadens ve yürüyüş simetrisini arttırdığı gösterilmiştir (66).

7.12. Oyunla Tedavi (Exergaming)

Egzersizi fasilite etmek, dengeyi geliştirmek, egzersiz eğitiminde bireyi cesaretlendirmek hedefleriyle yeni geliştirilen ve bilgisayar video oyunu olarak kullanılan, yaygın ismiyle "exergaming" olarak bilinen bir yöntemdir. Bu yöntem maliyet açısından, ulaşılabilir, ev programı için kurulumu kolay ve eğlenceli olduğu için hastalar tarafından tercih edilen bir tedavidir. Bireyin doğru egzersizi yapmakta olup olmadığı fizyoterapist tarafından kontrol edebilir ve yoğunluğunu bireye uygun olarak adapte edilebilir (67).

Bu tedavide el-göz koordinasyonunu artıran oyunlarla birlikte, tüm vücudu standart olmayan bir şekilde harekete geçiren video oyun sistemleri de kullanılmaktadır (68). Hastaların "Wii" oynarken yaşadıkları deneyimlerini inceleyen bir çalışmada, hastalar genellikle "ağırlığını hasta bacağına ver, ağırlığını aktar" dendiğinde tedirgin olduklarını ancak Wii uygulamalarında farkında olmadan, hiç düşünmeden bunu yapabildiklerini belirtmişlerdir (69). İnme geçiren bireylerde Nintendo wii ve Kinect uygulamalarında, vücut farkındalığında artış olduğu (70) ayrıca doğru ağırlık aktarımının da sağlandığı bulunmuştur (71). İnme rehabilitasyonunda wii ve kinect uygulamaları daha çok üst ekstremite tedavisine odaklanmıştır, yürümeyle ilgili randomize kontrollü çalışmalar kısıtlıdır (72,73) .

7.13. Düşmeden Korunma

Koruyucu ekstansiyon reaksiyonlarının eğitimi, düşmenin öğretilmesi, ayak bileği-kalça - süspansiyon, adım alma stratejilerinin çalışılması düşmeden korunma için önemli bir rehabilitasyon yaklaşımıdır. Klinikte inmeli hasta için düşmeden korunma birçok yürüme yardımcısı verilebilmektedir. Ergonomik el tutuşlu bastonun, yürüme hızını artırdığı bilinmektedir ve hastaların en çok tercih ettiği yürüme yardımcısı olarak tavsiye edilmektedir. Yürüme yardımcısına karar verilirken ağırlık aktarmak için her iki üst ekstremitenin de kullanılıp kullanılmayacağı belirlenmelidir. Sonrasında da kişinin yürüme esnasında ağırlık aktarıp aktarmayacağı da tespit edilmeli ve sonuçta baston veya tekerlekli yürüteçten hangisinin kullanılacağına karar verilmelidir. Yürüme yardımcısı verirken bireyin enerji harcamasının artacağı unutulmamalıdır. Bu nedenle inmeli hastaya en uygun yardımcının seçilmesi önem taşımaktadır. Yürüme yardımcısının ne zaman verileceği konusu literatürde tartışmalı bir konudur (74).

8. SONUÇ

Erken fizyoterapi ve rehabilitasyon yürüme rehabilitasyonunda başarıyı artırmaktadır. Postural kontrol ve duyu eğitimi inme sonrası rehabilitasyonda önemli bir yer tutmaktadır. Yürüme eğitiminde motor öğrenme prensiplerini unutulmamalıdır. Teknolojik tedavilerin, fizyoterapi ile beraber kullanımı önerilmektedir. Bu tür tedavilerin tek başına sonuçlarına bakıldığında etkinliğinin tartışmalı olduğu görülmektedir. Dakikada 25 metre yürüyebilen inmeli hastalar toplum içinde yürüyebilir. Fakat bu bireylerde düşmeye dikkat edilmelidir.

9. KAYNAKLAR

1. Mackay, J., Mensah, G.A., Mendis, S.,Greenlund, K. (2004). The atlas of heart disease and stroke: World Health Organization.
2. Veerbeek, J.M., Kwakkel, G., van Wegen, E.E., Ket, J.C.,Heymans, M.W. (2011) Early prediction of outcome of activities of daily living after stroke a systematic review. *Stroke*, 42 (5), 1482-1488.
3. Lerner-Frankiel, M., Vargas, S., Brown, M., Krusell, L.,Schoneberger, W. (1986) Functional community ambulation: what are your criteria. *Clin Manag Phys Ther*, 6 (2), 12-15.
4. Patterson, S.L., Forrester, L.W., Rodgers, M.M., Ryan, A.S., Ivey, F.M., Sorkin, J.D. ve diğerleri. (2007) Determinants of walking function after stroke: differences by deficit severity. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 88 (1), 115-119.
5. Jeon, S.-H., Lee, S.-M.,Kim, J.-H. (2015) Therapeutic effects of reaching with forward bending of trunk on postural stability, dynamic balance, and gait in individuals with chronic hemiparetic stroke. *Journal of physical therapy science*, 27 (8), 2447.
6. Carver, T., Nadeau, S.,Leroux, A. (2011) Relation between physical exertion and postural stability in hemiparetic participants secondary to stroke. *Gait & posture*, 33 (4), 615-619.
7. Hsu, A.-L., Tang, P.-F.,Jan, M.-H. (2003) Analysis of impairments influencing gait velocity and asymmetry of hemiplegic patients after mild to moderate stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 84 (8), 1185-1193.
8. Pradon, D., Roche, N., Enette, L.,Zory, R. (2013) Relationship between lower limb muscle strength and 6-minute walk test performance in stroke patients. *Journal of rehabilitation medicine*, 45 (1), 105-108.
9. Lauzière, S., Miéville, C., Betschart, M., Aissaoui, R.,Nadeau, S. (2015) Plantarflexor weakness is a determinant of kinetic asymmetry during gait in post-stroke individuals walking with high levels of effort. *Clinical Biomechanics*, 30 (9), 946-952.
10. Hurt, C.P., Burgess, J.K.,Brown, D.A. (2015) Limb contribution to increased self-selected walking speeds during body weight support in individuals poststroke. *Gait & posture*, 41 (3), 857-859.

11. Roche, N., Zory, R., Sauthier, A., Bonnyaud, C., Pradon, D.,Bensmail, D. (2015) Effect of rehabilitation and botulinum toxin injection on gait in chronic stroke patients: a randomized controlled study. *Journal of rehabilitation medicine*, 47 (1), 31-37.
12. Lamontagne, A., Malouin, F.,Richards, C.L. (2000) Contribution of passive stiffness to ankle plantarflexor moment during gait after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 81 (3), 351-358.
13. Lin, P.-Y., Yang, Y.-R., Cheng, S.-J.,Wang, R.-Y. (2006) The relation between ankle impairments and gait velocity and symmetry in people with stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 87 (4), 562-568.
14. Erden, N. (2009). Kronik İnme Hastalarinda Duyusal Fonksiyonlarin; Motor Fonksiyonlar, Yaşam Kalitesi Ve Fonksiyonel Değerlendirmeye Etkileri.Uzmanlık Tezi.
15. Pohl, P.S., Duncan, P.W., Perera, S.,Liu, W. (2002) Influence of stroke-related impairments on performance in 6-minute walk test. *Journal of rehabilitation research and development*, 39 (4), 439.
16. Şahin, F., Büyükavcı, R., Sağ, S., Doğu, B.,Kuran, B. (2013) Berg Denge Ölçeği'nin Türkçe versiyonunun inmeli hastalarda geçerlilik ve güvenilirliği. *Turkish Journal of Physical Medicine & Rehabilitation/Turkiye Fiziksel Tip ve Rehabilitasyon Dergisi*, 59 (3).
17. Maeda, N., Urabe, Y., Murakami, M., Itotani, K.,Kato, J. (2015) Discriminant analysis for predictor of falls in stroke patients by using the Berg Balance Scale. *Singapore medical journal*, 56 (5), 280.
18. Makizako, H., Kabe, N., Takano, A.,Isobe, K. (2015) Use of the Berg Balance Scale to predict independent gait after stroke: a study of an inpatient population in Japan. *PM&R*, 7 (4), 392-399.
19. de Oliveira, C.B., de Medeiros, Í.R.T., Frota, N.A.F., Greters, M.E.,Conforto, A.B. (2008) Balance control in hemiparetic stroke patients: main tools for evaluation. *Journal of rehabilitation research and development*, 45 (8), 1215.
20. Balaban, Ö., Nacır, B., Erdem, H.,Karagöz, A. (2009) Denge fonksiyonunun değerlendirilmesi. *J Phys Med Rehabil Sci*, 12, 133-139.
21. Eng, J.J.,Tang, P.-F. (2007) Gait training strategies to optimize walking ability in people with stroke: a synthesis of the evidence. *Expert review of neurotherapeutics*, 7 (10), 1417-1436.
22. Conditions, N.C.C.f.C., Staff, N.C.C.f.C.C.,Excellence, N.I.f.C. (2008). Stroke: national clinical guideline for diagnosis and initial management of acute stroke and transient ischaemic attack (TIA) [Bildiri].
23. Perry, J., Garrett, M., Gronley, J.K.,Mulroy, S.J. (1995) Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke*, 26 (6), 982-989.
24. Flansbjer, U.-B., Holmbäck, A.M., Downham, D., Patten, C.,Lexell, J. (2005) Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke. *Journal of rehabilitation medicine*, 37 (2), 75-82.
25. Flansbjer, U.-B., Downham, D.,Lexell, J. (2006) Knee muscle strength, gait performance, and perceived participation after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 87 (7), 974-980.
26. Haeuber, E., Shaughnessy, M., Forrester, L.W., Coleman, K.L.,Macko, R.F. (2004) Accelerometer monitoring of home-and community-based ambulatory activity after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85 (12), 1997-2001.
27. Michael, K.M., Allen, J.K.,Macko, R.F. (2005) Reduced ambulatory activity after stroke: the role of balance, gait, and cardiovascular fitness. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 86 (8), 1552-1556.
28. Pang, M.Y., Eng, J.J.,Miller, W.C. (2007) Determinants of satisfaction with community reintegration in older adults with chronic stroke: role of balance self-efficacy. *Physical therapy*, 87 (3), 282-291.
29. Takeuchi, N.,Izumi, S.-I. (2013) Rehabilitation with poststroke motor recovery: a review with a focus on neural plasticity. *Stroke research and treatment*, 2013.
30. Kitago, T.,Krakauer, J.W. (2013) Motor learning principles for neurorehabilitation. *Handb Clin Neurol*, 110, 93-103.
31. Mouawad, M.R., Doust, C.G., Max, M.D.,McNulty, P.A. (2011) Wii-based movement therapy to promote improved upper extremity function post-stroke: a pilot study. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 43 (6), 527-533.
32. Omiyale, O., Crowell, C.R.,Madhavan, S. (2015) Effect of wii-based balance training on corticomotor excitability post stroke. *Journal of motor behavior*, 47 (3), 190-200.
33. Sigrist, R., Rauter, G., Riener, R.,Wolf, P. (2013) Augmented visual, auditory, haptic, and multimodal feedback in motor learning: a review. *Psychonomic bulletin & review*, 20 (1), 21-53.
34. Pomeroy, V.M., Clark, C.A., Miller, J.S.G., Baron, J.-C., Markus, H.S.,Tallis, R.C. (2005) The potential for utilizing the "mirror neurone system" to enhance recovery of the severely affected upper limb early after stroke: a review and hypothesis. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 19 (1), 4-13.
35. Kayama, H., Okamoto, K., Nishiguchi, S., Nagai, K., Yamada, M.,Aoyama, T. (2012) Concept software based on Kinect for assessing dual-task ability of elderly people. *GAMES FOR HEALTH: Research, Development, and Clinical Applications*, 1 (5), 348-352.
36. dos Santos Mendes, F.A., Pompeu, J.E., Lobo, A.M., da Silva, K.G., de Paula Oliveira, T., Zomignani, A.P. ve diğerleri. (2012) Motor learning, retention and transfer after virtual-reality-based training in Parkinson's disease–effect of motor and cognitive demands of games: a longitudinal, controlled clinical study. *Physiotherapy*, 98 (3), 217-223.
37. Cumming, T.B., Thrift, A.G., Collier, J.M., Churilov, L., Dewey, H.M., Donnan, G.A. ve diğerleri. (2011) Very early mobilization after stroke fast-tracks return to walking further results from the phase II AVERT randomized controlled trial. *Stroke*, 42 (1), 153-158.
38. Ferrarello, F., Baccini, M., Rinaldi, L.A., Cavallini, M.C., Mossello, E., Masotti, G. ve diğerleri. (2011) Efficacy of physiotherapy interventions late after stroke: a meta-analysis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 82 (2), 136-143.
39. Indredavik, B., Loege, A., Rohweder, G.,Lydersen, S. (2007) Early mobilisation of acute stroke patients is tolerated well, increases mean blood pressure and oxygen saturation and improves level of consciousness. *Cerebrovasc Dis*, 23 (suppl 2), 65.
40. Cumming, T.B., Collier, J., Thrift, A.G.,Bernhardt, J. (2008) The effect of very early mobilization after stroke on psychological well-being. *Journal of rehabilitation medicine*, 40 (8), 609-614.
41. Hubbard, I.J., Parsons, M.W., Neilson, C.,Carey, L.M. (2009) Task□specific training: evidence for and translation to clinical practice. *Occupational therapy international*, 16 (3□4), 175-189.
42. Leroux, A., Pinet, H.,Nadeau, S. (2006) Task-oriented intervention in chronic stroke: changes in clinical and laboratory measures of balance and mobility. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 85 (10), 820-830.
43. Van Peppen, R.P., Kwakkel, G., Wood-Dauphinee, S., Hendriks, H.J., Van der Wees, P.J.,Dekker, J. (2004) The impact of physical therapy on functional outcomes after stroke: what's the evidence? *Clinical rehabilitation*, 18 (8), 833-862.

44. Barclay-Goddard, R., Stevenson, T., Poluha, W., Moffatt, M.E.,Taback, S.P. (2005) Force platform feedback for standing balance training after stroke. *Stroke*, 36 (2), 412-413.
45. English, C.,Hillier, S.L. (2010) Circuit class therapy for improving mobility after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*, 7 (7).
46. Lawal, I.U., Hillier, S.L., Hamzat, T.K.,Rhoda, A. (2015) Effectiveness of a structured circuit class therapy model in stroke rehabilitation: a protocol for a randomised controlled trial. *BMC neurology*, 15 (1), 1.
47. Hesse, S., Helm, B., Krajnik, J., Gregoric, M.,Mauritz, K.H. (1997) Treadmill training with partial body weight support: influence of body weight release on the gait of hemiparetic patients. *Neurorehabilitation and Neural repair*, 11 (1), 15-20.
48. Hesse, S.,Werner, C. (2002) Partial body weight supported treadmill training for gait recovery following stroke. *Advances in neurology*, 92, 423-428.
49. Mehrholz, J., Werner, C., Kugler, J.,Pohl, M. (2007) Electromechanical-assisted training for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*, 4 (4).
50. Veneman, J.F., Kruidhof, R., Hekman, E.E., Ekkelenkamp, R., Van Asseldonk, E.H.,Van Der Kooij, H. (2007) Design and evaluation of the LOPES exoskeleton robot for interactive gait rehabilitation. *Neural Systems and Rehabilitation Engineering, IEEE Transactions on*, 15 (3), 379-386.
51. Swinnen, E., Beckwée, D., Meeusen, R., Baeyens, J.-P.,Kerckhofs, E. (2014) Does robot-assisted gait rehabilitation improve balance in stroke patients? A systematic review. *Topics in stroke rehabilitation*, 21 (2), 87-100.
52. Kuttuva, M., Boian, R., Merians, A., Burdea, G., Bouzit, M., Lewis, J. ve diğerleri. (2006) The Rutgers Arm, a rehabilitation system in virtual reality: a pilot study. *Cyberpsychology & behavior*, 9 (2), 148-152.
53. Deutsch, J.E., Merians, A.S., Adamovich, S., Poizner, H.,Burdea, G.C. (2004) Development and application of virtual reality technology to improve hand use and gait of individuals post-stroke. *Restorative neurology and neuroscience*, 22 (3-5), 371-386.
54. Riess, T.,Weghorst, S. (1995) Augmented reality in the treatment of Parkinson's disease. *Proceedings of Medicine Meets Virtual Reality III, San Diego*.
55. Fung, J., Richards, C.L., Malouin, F., McFadyen, B.J.,Lamontagne, A. (2006) A treadmill and motion coupled virtual reality system for gait training post-stroke. *CyberPsychology & behavior*, 9 (2), 157-162.
56. Arantes, N., Vaz, D., Mancini, M., Pereira, M., Pinto, F.,Pinto, T. (2007) Effects of functional electrical stimulation applied to the wrist and finger muscles of hemiparetic subjects: a systematic review of the literature. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 11 (6), 419-427.
57. Wilson, R.D., Gunzler, D.D., Bennett, M.E.,Chae, J. (2014) Peripheral nerve stimulation compared to usual care for pain relief of hemiplegic shoulder pain: a randomized controlled trial. *American journal of physical medicine & rehabilitation/Association of Academic Physiatrists*, 93 (1), 17.
58. Ring, H.,Weingarden, H. (2007). Neuromodulation by functional electrical stimulation (FES) of limb paralysis after stroke: Springer.
59. Kottink, A.I., Hermens, H.J., Nene, A.V., Tenniglo, M.J., van der Aa, H.E., Buschman, H.P. ve diğerleri. (2007) A randomized controlled trial of an implantable 2-channel peroneal nerve stimulator on walking speed and activity in poststroke hemiplegia. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 88 (8), 971-978.
60. Veerbeek, J.M., van Wegen, E., van Peppen, R., van der Wees, P.J., Hendriks, E., Rietberg, M. ve diğerleri. (2014) What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 9 (2), e87987.
61. Wist, S., Clivaz, J.,Sattelmayer, M. (2016) Muscle strengthening for hemiparesis after stroke: A meta-analysis. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 59 (2), 114-124.
62. Marquez, J., Vliet, P., McElduff, P., Lagopoulos, J.,Parsons, M. (2015) Transcranial direct current stimulation (tDCS): does it have merit in stroke rehabilitation? A systematic review. *International Journal of Stroke*, 10 (3), 306-316.
63. Doksat, M.K.,Aslan, S. (2006). Tekrarlanan transkraniyal manyetik stimülasyon (rTMS) ve depresyon tedavisi [Bildiri].Yeni Symposium.
64 Kaski, D.,Bronstein, A.M. (2014) Treatments for Neurological Gait and Balance Disturbance: The Use of Noninvasive Electrical Brain Stimulation. *Advances in Neuroscience*, 2014.
65. Chang, M.C., Kim, D.Y.,Park, D.H. (2015) Enhancement of Cortical Excitability and Lower Limb Motor Function in Patients With Stroke by Transcranial Direct Current Stimulation. *Brain stimulation*, 8 (3), 561-566.
66. Nascimento, L.R., de Oliveira, C.Q., Ada, L., Michaelsen, S.M.,Teixeira-Salmela, L.F. (2015) Walking training with cueing of cadence improves walking speed and stride length after stroke more than walking training alone: a systematic review. *Journal of physiotherapy*, 61 (1), 10-15.
67. Taylor, M.J., McCormick, D., Impson, R., Shawis, T.,Griffin, M. (2011) Activity Promoting Gaming Systems in Exercise and Rehabilitation. *Journal of rehabilitation research and development*, 48 (10), 1171-1186.
68. Yang, S., Hwang, W.-H., Tsai, Y.-C., Liu, F.-K., Hsieh, L.-F.,Chern, J.-S. (2011) Improving balance skills in patients who had stroke through virtual reality treadmill training. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 90 (12), 969-978.
69. Celinder, D.,Peoples, H. (2012) Stroke patients' experiences with Wii Sports® during inpatient rehabilitation. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 19 (5), 457-463.
70. Kim, E.K., Kang, J.H., Park, J.S.,Jung, B.H. (2012) Clinical feasibility of interactive commercial Nintendo gaming for chronic stroke rehabilitation. *Journal of Physical Therapy Science*, 24 (9), 901-903.
71. Barcala, L., Grecco, L.A.C., Colella, F., Lucareli, P.R.G., Salgado, A.S.I.,Oliveira, C.S. (2013) Visual biofeedback balance training using wii fit after stroke: a randomized controlled trial. *Journal of physical therapy science*, 25 (8), 1027-1032.
72. Saposnik, G., Levin, M.,Group, S.O.R.C.W. (2011) Virtual reality in stroke rehabilitation a meta-analysis and implications for clinicians. *Stroke*, 42 (5), 1380-1386.
73. Saposnik, G., Teasell, R., Mamdani, M., Hall, J., McIlroy, W., Cheung, D. ve diğerleri. (2010) Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation a pilot randomized clinical trial and proof of principle. *Stroke*, 41 (7), 1477-1484.
74. Parlak Demir, Y. (2015) Erişkin Nöromusküler Hastalarda Farklı Yürüme Yardımcılarının Enerji Harcama Düzeyi, Düşme Riski ve Yürüme Parametrelerine Etkisi.

Vibrasyon: Fizyoterapide Kullanımı ve Etkileri

Fzt Ceyhun TÜRKMEN, Prof Dr Nezire KÖSE
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye
E-mail: ceyhun.turkmen@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Vibrasyon, son yıllarda çeşitli alanlarda kas performansı ve esnekliği artırmak, propriyosepsiyonu ve dengeyi geliştirmek, spastisiteyi azaltmak, kemik yoğunluğunu yükseltmek için egzersiz uygulamalarına alternatif bir yöntem olarak kullanılmakta ve kullanımı da giderek artmaktadır. Vibrasyonun gücünü ve etkisini belirleyen çeşitli parametreleri mevcuttur. Henüz çok yeni bir alternatif yöntem olan vibrasyon uygulamalarının, uygun parametre seçimi ve en uygun etki düzeyi tam olarak anlaşılamamıştır. Bu bölümde vibrasyonun etki mekanizmaları ve fizyoterapideki kulanım alanlarından bahsedilmiştir.

Anahtar kelimeler: Vibrasyon, fizyoterapi, rehabilitasyon

ABSTRACT

Vibration is used as an alternative to physical exercise for increase muscle performance and flexibility, improve balance and proprioception, reduce spasticity and increase bone density in various fields and vibration application gradually increases during the recent years. Various parameters determining power and influence of the vibration are available. Vibration applications which are in a new alternative method, choose the appropriate parameters and optimal level of impact is not fully understood. This section describes the vibration mechanism of action and use in the field of physiotherapy.

Key words: Vibration, physiotherapy, rehabilitation

1. GİRİŞ

Vibrasyon, "salınım şeklindeki hareketlerle karakterize mekanik bir uyarı" olarak tanımlanmıştır. Vibrasyona biyomekanik olarak bakıldığında 3 parametresi vardır. Bu parametreler; vibrasyonun milimetre açısından salınım aralığını belirleyen genlik, bir saniye sürede oluşturduğu tekrar sayısını gösteren frekans ve vibrasyon sırasında ortaya çıkan ivmenin verdiği güç olarak tanımlanır (1,2).

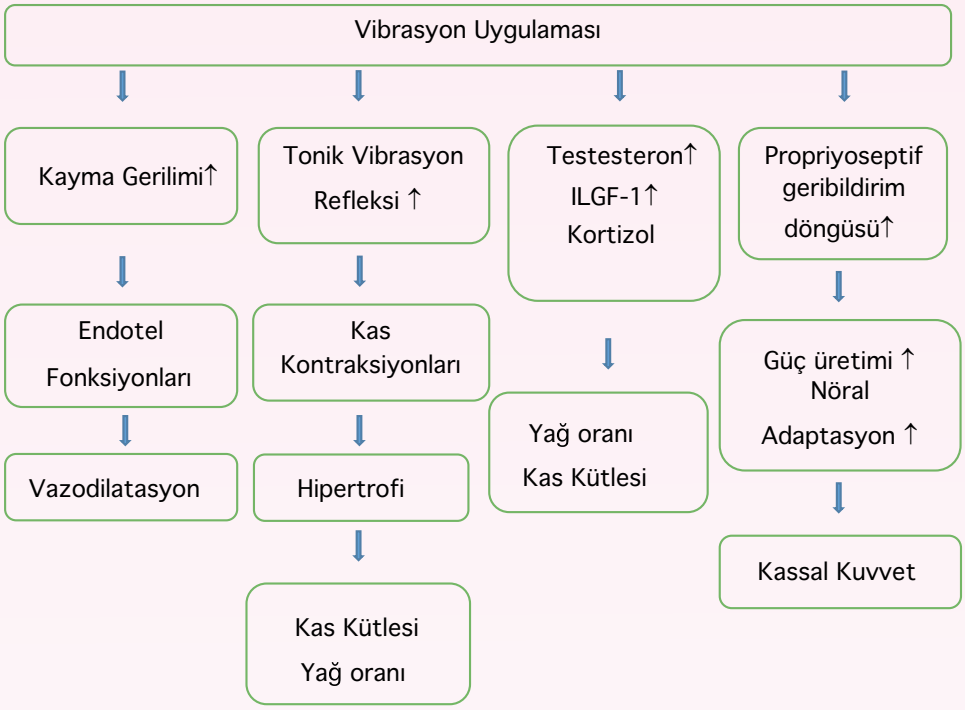
1990'lı yılların başına kadar vibrasyon genellikle ağırlık antrenmanları sırasında kas kuvvetini artırmak için kullanılırken, daha sonraları denge ve hareket fonksiyonlarının geliştirilmesinde, kemik yoğunluğunun artırılıp osteoporozun önlenmesinde, kas tonusunun düzenlenmesinde ve diğer birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır (3,4).

Vibrasyonun fizyoterapi uygulamaları ile birlikte kullanımı son yıllarda oldukça artmıştır. Vibrasyon insanda temel olarak iki şekilde uygulanabilir. Birinci yöntem, elde tutulan bir cisimle kasın en geniş kısmına doğrudan uygulanabilen lokal vibrasyon uygulaması olarak adlandırılır. Tüm vücut vibrasyon olarak adlandırılan ikinci yöntem ise, bir titreşim kaynağı tarafından platformun üzerinde uygulanır. Fizyoterapide vibrasyon uygulamaları genel olarak 0.1-10 mm amplitüd, 10-120 Hz. Frekans ve 5 saniyeden 60 dakikaya kadar süreyle 72 haftaya kadar kullanılmaktadır. Tüm vücut vibrasyonunda ise platform yüzeyinin oluşturduğu ivmelenme derecesi yerçekimi ivmesinin 17 katına kadar güç oluşturabilmektedir (5).

Bu yazıda, vibrasyonun insan vücudu üzerindeki etkileri ve son yıllarda fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında kullanım amaçları üzerinde durulacaktır.

2. VİBRASYONUN ETKİLERİ

Vibrasyonun genel etkileri ve birbirleriyle ilişkileri aşağıdaki şekilde özetlenmiştir (Şekil 1)



Şekil 1: Vibrasyonun genel etkileri

Aşağıda vibrasyon uygulamalarının insan vücudu üzerindeki etki ve mekanizmaları kısaca anlatılmıştır:

2.1 Vibrasyon ve Kas Performansı

Geleneksel dirençli egzersiz eğitimlerinde egzersiz yoğunluğunu artırmak için vücut ağırlığına ek olarak dışarıdan ağırlık uygulamaları kullanılır. Vibrasyon uygulamalarının kuvvetlendirme etkileri de Sir Isaac Newton'un hareket yasalarından Kuvvet=KütleXİvme (F=MXA) prensibine dayalıdır. Bu yasaya göre gücün değiştirilebilmesi için kütlenin veya ivmenin değiştirilmesi gereklidir. Vibrasyon cihazları, geleneksel cihazların aksine uygulanan kütlenin değerini artırmak yerine sinüzoidal titreşimlerle var olan ivmeyi artırarak daha büyük bir kuvvet ortaya çıkarır (6). Vibrasyonun mekanik salınımları, gerim refleksi aracılığıyla refleks kas aktivitesi boyunca kas kontraksiyonlarını düzenleyen ve duyu reseptörleri tarafından tanımlanan kas-tendon komplekslerinin uzamasına neden olur (1). Kas aktivitesini artırmak için yüksek frekanstaki vibrasyonun (özellikle 35-45 Hz.) daha düşük frekanslara oranla daha etkili olduğu görülmüştür (7).

Yapılan son çalışmalar, vibrasyon uygulamalarının alternatif bir egzersiz modalitesi olabileceğini ortaya çıkarmıştır (8,9). Wang ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada 21 elit sporcuda vibrasyon ve geleneksel egzersiz yöntemlerinin kuardisepsin maksimum kasılma kuvvetine etkisini araştırmışlardır. 30 Hz. frekanslı ve 4 mm genlikte 4 hafta boyunca uygulanan vibrasyon uygulaması, geleneksel kuvvetlendirme antrenmanları ile birleştirilmiştir. Kuvvetlendirme antrenmanları ile birlikte vibrasyon uygulanan grupta, yalnız geleneksel kuvvetlendirme antrenmanları uygulanan gruba göre eksentrik kas kuvveti ve atletlerin sprint düzeylerinde olumlu gelişmeler görülmüştür (10). Wyon ve ark. ise 17 kadın dansçıda vibrasyon uygulamalarının dikey sıçrama uzunluğuna etkisini araştırmıştır. 4 hafta boyunca 35-40 Hz frekansta 40 saniye boyunca vibrasyon uygulaması yapılan dansçıların, dikey sıçrama mesafesinde anlamlı bir artış elde edilmiştir ($p<0.01$) (11). Bu çalışmalara bakıldığında kas performansını geliştirmek için vibrasyon uygulamaları, tek başına veya geleneksel egzersiz yöntemleri ile birlikte kullanılabilir.

2.2 Vibrasyon ve Propriyosepsiyon

Vibrasyon uygulamalarının pozisyon hissi ve kinestezi üzerindeki etkileri, son yıllarda sıklıkla araştırılan bir konudur. Kaslarda, eklemlerde ve derideki duyu reseptörleri propriyosepsiyon duyusunda aktif rol oynarlar. Kasta propriyosepsiyon için en önemli reseptörler, golgi tendon organları ve kas iğciklerindedir. Pozisyon hissi ve hareket duyuları ile ilgili afferentler, kas iğciğinde bulunur. Bunlar kas uzarken aynı zamanda kas iğciği gerildiğinde ateşlenirler. Kas iğciğindeki Ia afferentleri ekstremitelerdeki hız değişikliklerine

duyarlıyken, grup II afferenler pozisyon durumu ile ilgili bilgi verirler. Kas iğciklerinin aktivitesi kasın uzaması ile birlikte artar. Pozisyonun duyusunun algılanabilmesi için eklemin her iki yüzündeki kasların da pozisyon ve hareket sırasında yeterli sinyal alabilmesi gereklidir. Kasın tendonu üzerine uygulanan vibrasyon aracılığıyla kas iğciğinin yeterli aktivasyonu sağlandığında, eklem pozisyon değişiklikleri algılanabilir. Yapılan çalışmalara göre tüm vücut vibrasyonu sırasında iskelet kasları uzunluklarında küçük değişiklikler görülür. Vibrasyon uygulandığı sırada, kas iğciğinin aktivitesini ve büyük alfa motor nöronların aracılığıyla kas fibrillerinin aktivasyonunu içeren "tonik vibrasyon refleksi" adı verilen bir cevap ortaya çıkar. Tonik vibrasyon refleksi aynı zamanda kas iğciği aktivasyonunun ve polisinaptik yolların etkinliğinin artmasını sağlar. 100 Hz ve üzerindeki vibrasyon uygulamaları grup Ia liflerinin boşalmasına neden olarak pozisyon hissi ve hareket algısında yanılsamalara yol açabilir. 100 Hz altındaki vibrasyon uygulamaları ise daha çok grup II liflerini aktive eder. Daha önce de belirtildiği gibi grup II lifler pozisyonun durumu ile ilgili bilgi verdiği için, bu uygulama sonrasında pozisyon hissi gelişebilir (12-14). Literatürde vibrasyon uygulamaları propriyosepsiyon eğitimi için sıklıkla 5-50 Hz. arasında kullanılmıştır. Propriyosepsiyon gelişimi için kullanılan vibrasyon eğitimi genellikle push up, squat ve lung egzersizleri ile birleştirilerek uygulanmıştır (15-18). Tüm bu gelişmelere bakıldığında, vibrasyon uygulamalarının propriyosepsiyon üzerindeki etkisi son yıllarda anlaşılmaya başlanmasına rağmen konu hakkında daha fazla çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

2.3 Spastisite ve Vibrasyon

Spastisite; inme, kafa travması, spinal kord yaralanması, serebral palsi gibi üst motor nöron hastalıkları sonucu sıklıkla gözlenen patolojik bir durumdur (19). Bu gibi durumlarda spastisite ile mücadelenin amacı, hareket yeteneğini ve esnekliği artırmaktır. Spastisite tedavisinde medikal tedavi ile birlikte kas germeleri ve fonksiyonel egzersizler, bireylerin günlük yaşamının bir parçası haline gelmiştir (20). Vibrasyon uygulamaları, son yıllarda spastisite tedavisinde etkin kullanılan alternatif bir yöntemdir. Birçok çalışmada vibrasyon uygulamalarının anti-spastik etkileri gösterilmiştir. Tüm vücut vibrasyonunun spastisite üzerindeki etkilerini gösteren çalışmalarda Modifiye Ashword Skalası ile spastisitenin azaldığını gösteren çalışmalar vardır. Chan ve arkadaşları 12 Hz. frekansta ve 4 mm amplitüdte tek seans 20 dakika uyguladıkları tüm vücut vibrasyonunun kasta elektrofizyolojik bir değişiklik yaratmazken modifiye ashword skalasında anlamlı azalma gözlemlemişlerdir. Lokal vibrasyon uygulamalarında ise kastaki spastisite ile ilgili olumlu gelişmeler daha objektif bir şekilde gösterilmiştir. Murillo ve ark. spastisitenin antagonist kasına uyguladıkları 50 Hz. lokal vibrasyonun kasta spastisite ile birlikte artmış Hmax/Mmax oranını düzenlediği gösterilmiştir Vibrasyonun spastisite üzerine etkisini açıklayan birkaç teori üzerinde yoğunlaşılmıştır. Vibrasyon kasa uygulandığında, kas iğciği aktivasyonu ve grup Ia liflerinin iletimi aracılığıyla titreşen kasın kortikal uyarımı artar ve spastisite kontrol edilebilir. Aynı zamanda antagonist kasa uygulanan vibrasyon uygulamasında, respirokal inhibisyon ve supraspinal inhibisyon mekanizmalarıyla spastisite azaltılabilir (21-24). Bir başka teoriye göre spastisiteyle birlikte H-refleksi kısalır ve amplitütü artar. Vibrasyon uygulandığında, presinaptik inhibisyon mekanizmasını uyarabilir. Vibrasyonla birlikte grup Ia liflerinin presinaptik inhibisyonu, motor nöronlara nörotransmitter salınımını azaltır, motor nöronlarda grup Ia liflerinin etkisi azalır ve bu da uzayan H-refleks amplitüdünün tekrar kısalmasını sağlayarak spastisite tedavisini olumlu etkiler (25). Presinaptik inhibisyon mekanizması düşünülerek yapılan çalışmalar incelendiğinde vibrasyon uygulamasının aşil tendonu, tibialis anterior kasının tendonu ve rektus femoris kasının orta noktası gibi bölgelere uygulandığı görülmüştür. Spastisite tedavisi için kullanılan vibrasyon frekansı ise yapılan çalışmalarda farklılıklar gösterip 50-110 Hz. frekanslar ve 1-4 mm amplitüd arası değerler kullanılmıştır (26).

2.4 Vibrasyon ve Hormonal Etkileri

Vibrasyon uygulamalarının endokrin sistemine etkisi son yıllarda tartışılan bir konudur. Daha önce belirtildiği gibi düşük amplitüd ve yüksek frekanslı vibrasyon uygulamaları, kaslarda tonik vibrasyon refleksini uyararak tekrarlı kas kontraksiyonları ile birlikte kas kuvvetini artırabildiği söylenmektedir (27). Yapılan çalışmalarda bu etkilerin yanı sıra tekrarlı kas kontraksiyonlarının endokrin sistemi ve metabolizmada bazı cevaplar ortaya çıkardığı gösterilmiştir. Vibrasyon kasa uygulandığında, büyüme hormonu ve testesteronun vücut dolaşımında artış meydana geldiği ve kortizol oranında azalma olduğunu gösteren çalışmalar olmakla birlikte, vücuttaki nöradrenalin düzeyinin arttığını, fakat diğer hormonlarda bir değişiklik olmadığını gösteren randomize kontrollü çalışmalar da vardır. Vibrasyon uygulamalarının hormonal etkileri tam olarak anlaşılamadığı gibi, en uygun vibrasyon frekansı ve amplitüdü henüz belirlenememiştir (28-30).

2.5. Vibrasyon ve kemik yoğunluğu

Vibrasyon uygulamaları, kemik yoğunluğunu artırmak için de kullanılan alternatif yöntemlerden birisidir. Tüm vücut vibrasyonunun kemik yoğunluğunu artırmak için kullanılmaya başlanması, ilk olarak uzaya gidecek NASA astronotlarında kullanılmıştır. Kullanım amacı; hem kemik yoğunluğunu artırmak hem de yüksek yerçekimi kuvvetinden yararlanarak kas iskelet sistemini güçlendirmektir (31). Literatüre bakıldığında vibrasyon uygulamalarının kemik yoğunluğunu artırdığı, kırık riskini ise azalttığı gösterilmektedir. Vibrasyon uygulamalarının kemik yoğunluğunu nasıl artırdığı henüz tam olarak anlaşılamamıştır. Çeşitli hipotezlere göre vibrasyon sinyallerinin kemik doku içine iletilerek, kemik hücrelerindeki mekanosensörlerin aktivasyonuyla kemik yoğunluğunu artırmak mümkündür. Kemik yoğunluğunu artırmak için yapılan çalışmalarda vibrasyon; 12-40 Hz. frekaslarında, 0.7-5 mm amplitüdte ve 0.1-10 g yerçekimi ivmesi gücünde kullanılmıştır (32-34).

2.6. Vibrasyon ve Esneklik

Vibrasyon uygulandığında gergin kasların gevşemesi ile birlikte son yıllarda titreşimin, esnekliği artırıcı etkisinin olduğu da düşünülmektedir. Vibrasyon uygulamaları özellikle 30 Hz frekanslarda ve 4 mm amplitüdte uygulandığında grup Ia liflerindeki aktivasyon ve esneme etkilerinin aynı anda görüldüğü Busy Line Fenomeni ortaya çıkar (35,36). Ayrıca golgi tendon organına uygulanan vibrasyon aracılığıyla, grup 1b lifleri antagonist kaslarda inhibisyona yol açar. Vibrasyon uygulamasının esneklik üzerine oluşturduğu başka bir teori ise; vibrasyon uygulandığında ağrıya duyarlılığı azaltıp, ağrı eşiğini artırarak esneklik üzerinde olumlu etki yaptığı yönündedir. Esneklik üzerine bir diğer teori; lokal vibrasyonun, uygulandığı bölgede kan akışı ve vücut sıcaklığını artırarak kastaki gerginliği azalttığı yönündedir (37,38).

3. FİZYOTERAPİDE VİBRASYONUN KULLANIM ALANLARI

Tüm vücut vibrasyonu uygulamaları klinik fizyoterapide nöromusküler aktiviteleri geliştirmek, egzersizlerin etkisini yükseltmek, kemik yoğunluğunu artırmak ve esnekliği sağlamak amacıyla alternatif bir yöntem olarak sıklıkla kullanılmaktadır (39). Tüm vücut vibrasyon uygulamaları sporcu, nöroloji, ortopedi, geriatri ve pediatri ile ilgili rehabilitasyon kliniklerinde kullanılabilir. Sporcu kliniklerinde genç bireylerde, kasların hipertrofisi, kuvveti ve esnekliği için geleneksel fizyoterapi yöntemleri ile birlikte uygulanabilir (40,41). Geriatride vibrasyon, ağrı inhibisyonu, denge, yürüme paterni ve kemik yoğunluğu üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle uygulanabilir (42-44). Nörolojide vibrasyon uygulamaları en çok hemipleji, parkinson, multiple skleroz ve spinal kord yaralanmalarında kullanılmaktadır. Vibrasyon uygulamalarının bu hastalıklarda spastisiteyi ve nöropatik ağrıyı azalttığı, dengeyi geliştirdiği ve propriyosepsiyonu artırdığı gösterilmiştir (45-47). Pediatride kullanılan vibrasyon uygulamaları daha çok serebral palsi ve kas hastalıkları üzerinedir. Yapılan çalışmalarda vibrasyon uygulamalarının çocuklarda kaba motor fonksiyonlarını, kemik yoğunluklarını, kas kuvvetlerini ve yürüme hızlarını artırdığı, statik ve dinamik dengeleri geliştirdiği ve spastisiteyi azalttığı gösterilmiştir (25,48,49).

4. VİBRASYONUN ZARARLI ETKİLERİ

Vibrasyon uygulamalarının insan vücuduna olumlu etkileri olduğu gibi bazı zararlı etkileri mevcuttur. Doğru uygulandığında güvenli olan bu yöntem vücudun kendi titreşim frekansı olan rezonans frekansı ile çakıştığında bireyde bazı kardiyovasküler reaksiyonlar, baş ağrısı ve hatta epilepsi nöbetleri görülebilir. Vücuttaki organların rezonans frekansları genellikle 2-12 Hz. arasındadır. Vibrasyonun zararlı etkilerinden kaçınmak için yapılması gerekenler aşağıda belirtilmiştir;

- Vücudun Rezonans frekanslarından her zaman kaçınılmalıdır. Bu yüzden vibrasyon uygulamaları 20 Hz. frekansın altında olmamalıdır.
- Vibrasyon uygulamalarında genellikle düşük amplitüd seçilmelidir (1-2 mm).
- Her vibrasyon seansında bireyin titreşime maruz kalma süresi kısa tutulmalıdır (20-60 sn).
- Koroner kalp hastalığı veya hipertansiyonu olan bireyler vibrasyon uygulamalarından kaçınmalıdır (50).

5. SONUÇ

Günümüzde vibrasyon uygulamaları lokal veya tüm vücut vibrasyonu şeklinde birçok alanda kullanılmaya başlanmıştır. Ancak yapılan çalışmalarda vibrasyonun etkileri konusunda henüz bir standardizasyon getirilememiştir. Bunun en önemli nedeni vibrasyonun henüz en uygun ölçütlerinin tam olarak belirlenememiş olmasıdır. Gelecekte yapılacak randomize kontrollü çalışmalarla vibrasyonun etkileri tam olarak anlaşıla-

bilirse, vibrasyon uygulamalarının egzersiz yerine veya egzersizle birlikte kullanılan çok önemli bir alternatif uygulama olacağı öngörülmektedir.

6. TEŞEKKÜR

Bu yazının oluşturulmasında ve sunum sürecimizin her aşamasında akademik bilgi ve deneyimleriyle desteklerini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Sevil Bilgin'e ve Nöroşirurşide Rehabilitasyon Ünitesindeki arkadaşlarımız Fzt. Hatice Çetin ve Fzt. Esra Dülger'e sonsuz teşekkürlerimizi sunarız.

7. KAYNAKLAR

1. Cardinale, M., & Bosco, C. (2003). The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and sport sciences reviews*, *31*(1), 3-7.
2. Mansfield, N. J. (2004). *Human response to vibration*. CRC Press.
3. Liao, L. R., Huang, M., Lam, F. M., & Pang, M. Y. (2014). Effects of whole-body vibration therapy on body functions and structures, activity, and participation poststroke: a systematic review. *Physical therapy*.
4. Lam, F. M., Lau, R. W., Chung, R. C., & Pang, M. Y. (2012). The effect of whole body vibration on balance, mobility and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Maturitas*, *72*(3), 206-213.
5. İşler, A. K. (2007). Titreşimin Performansa Etkisi. *Spor Bilimleri Dergisi: Hacettepe Üniversitesi*, *18*(1), 42-56.
6. Park, S. Y., Son, W. M., & Kwon, O. S. (2015). Effects of whole body vibration training on body composition, skeletal muscle strength, and cardiovascular health. *Journal of exercise rehabilitation*, *11*(6), 289.
7. Hazell, T. J., Jakobi, J. M., & Kenno, K. A. (2007). The effects of whole-body vibration on upper-and lower-body EMG during static and dynamic contractions. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, *32*(6), 1156-1163.
8. Cheng, C. F., Cheng, K. H., Lee, Y. M., Huang, H. W., Kuo, Y. H., & Lee, H. J. (2012). Improvement in running economy after 8 weeks of whole-body vibration training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *26*(12), 3349-3357.
9. Hortobágyi, T., Lesinski, M., Fernandez-del-Olmo, M., & Granacher, U. (2015). Small and inconsistent effects of whole body vibration on athletic performance: a systematic review and meta-analysis. *European journal of applied physiology*, *115*(8), 1605-1625.
10. Wang, H. H., Chen, W. H., Liu, C., Yang, W. W., Huang, M. Y., & Shiang, T. Y. (2014). Whole-body vibration combined with extra-load training for enhancing the strength and speed of track and field athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *28*(9), 2470-2477.
11. Marshall, L. C., & Wyon, M. A. (2012). The effect of whole-body vibration on jump height and active range of movement in female dancers. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, *26*(3), 789-793.
12. De Gail, P., Lance, J. W., & Neilson, P. D. (1966). Differential effects on tonic and phasic reflex mechanisms produced by vibration of muscles in man.*Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, *29*(1),
13. Aaboe, J., Henriksen, M., Christensen, R., Bliddal, H., & Lund, H. (2009). Effect of whole body vibration exercise on muscle strength and proprioception in females with knee osteoarthritis. *The Knee*, *16*(4), 256-261.
14. Gandevia, S. C., Smith, J. L., Crawford, M., Proske, U., & Taylor, J. L. (2006). Motor commands contribute to human position sense. *The Journal of physiology*, *571*(3), 703-710.
15. Clark, N. C., Röijezon, U., & Treleaven, J. (2015). Proprioception in musculoskeletal rehabilitation. Part 2: clinical assessment and intervention.*Manual therapy*, *20*(3), 378-387.
16. Fontana, T. L., Richardson, C. A., & Stanton, W. R. (2005). The effect of weightbearing exercise with low frequency, whole body vibration on lumbosacral proprioception: A pilot study on normal subjects. *Australian Journal of Physiotherapy*, *51*(4), 259-263.
17. Moezy, A., Olyaei, G., Hadian, M., Razi, M., & Faghihzadeh, S. (2008). A comparative study of whole body vibration training and conventional training on knee proprioception and postural stability after anterior cruciate ligament reconstruction. *British journal of sports medicine*, *42*(5), 373-385.
18. Hand, J., Verscheure, S., & Osternig, L. (2009). A comparison of whole-body vibration and resistance training on total work in the rotator cuff. *Journal of athletic training*, *44*(5), 469.
19. Krigger, K. W. (2006). Cerebral palsy: an overview. *Am Fam Physician*, *73*(1), 91-100.
20. Cheng, H. Y. K., Ju, Y. Y., Chen, C. L., & Wong, M. K. A. (2012). Managing spastic hypertonia in children with cerebral palsy via repetitive passive knee movements. *Journal of rehabilitation medicine*, *44*(3), 235-240.
21. Ahlborg, L., Andersson, C., & Julin, P. (2006). Whole-body vibration training compared with resistance training: effect on spasticity, muscle strength and motor performance in adults with cerebral palsy. *Journal of rehabilitation medicine*, *38*(5), 302-308.
22. Chan, K. S., Liu, C. W., Chen, T. W., Weng, M. C., Huang, M. H., & Chen, C. H. (2012). Effects of a single session of whole body vibration on ankle plantarflexion spasticity and gait performance in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*,
23. Ness, L. L., & Field-Fote, E. C. (2009). Effect of whole-body vibration on quadriceps spasticity in individuals with spastic hypertonia due to spinal cord injury. *Restorative neurology and neuroscience*, *27*(6), 623-633.
24. Murillo, N., Kumru, H., Vidal-Samso, J., Benito, J., Medina, J., Navarro, X., & Valls-Sole, J. (2011). Decrease of spasticity with muscle vibration in patients with spinal cord injury. *Clinical Neurophysiology*, *122*(6), 1183-1189.
25. Cheng, H. Y. K., Ju, Y. Y., Chen, C. L., Chuang, L. L., & Cheng, C. H. (2015). Effects of whole body vibration on spasticity and lower extremity function in children with cerebral palsy. *Human movement science*, *39*, 65-72.
26. Sadeghi, M., & Sawatzky, B. (2014). Effects of vibration on spasticity in individuals with spinal cord injury: a scoping systematic review. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, *93*(11), 995-1007.
27. Cardinale, M., Leiper, J., Erskine, J., Milroy, M., & Bell, S. (2006). The acute effects of different whole body vibration amplitudes on the endocrine system of young healthy men: a preliminary study. *Clinical physiology and functional imaging*, *26*(6), 380-384.
28. Di Loreto, C., Ranchelli, A., Lucidi, P., Murdolo, G., Parlanti, N., De Cicco, A., ... & Bolli, G. B. (2004). Effects of whole-body vibration exercise on the endocrine system of healthy men. *Journal of endocrinological investigation*, 27, 323-327.

29. Bosco, C., Iacovelli, M., Tsarpela, O., Cardinale, M., Bonifazi, M., Tihanyi, J., ... & Viru, A. (2000). Hormonal responses to whole-body vibration in men.*European journal of applied physiology*, *81*(6), 449-454.
30. Elmantaser, M., McMillan, M., Smith, K., Khanna, S., Chantler, D., Panarelli, M., & Ahmed, S. F. (2012). A comparison of the effect of two types of vibration exercise on the endocrine and musculoskeletal system. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, *12*(3), 144-54.
31. Rubin, C., Xu, G., & JUDEX, S. (2001). The anabolic activity of bone tissue, suppressed by disuse, is normalized by brief exposure to extremely low-magnitude mechanical stimuli. *The FASEB Journal*, *15*(12), 2225-2229.
32. Gusi, N., Raimundo, A., & Leal, A. (2006). Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. *BMC musculoskeletal disorders*, *7*(1),
33. Eisman, J. A. (2001). Good, good, good… good vibrations: the best option for better bones?. *The Lancet*, *358*(9297), 1924-1925.
34. Wysocki, A., Butler, M., Shamliyan, T., & Kane, R. L. (2011). Whole-body vibration therapy for osteoporosis: state of the science. *Annals of internal medicine*, *155*(10), 680-686.
35. Sands, W. A., McNeal, J. R., Stone, M. H., Russell, E. M., & Jemni, M. O. N. E. M. (2006). Flexibility enhancement with vibration: Acute and long-term.*Medicine and science in sports and exercise*, *38*(4), 720.
36. Kurt, C. (2015). Alternative to traditional stretching methods for flexibility enhancement in well-trained combat athletes: local vibration versus whole-body vibration. *Biology of sport*, *32*(3), 225.
37. Gerodimos, V., Zafeiridis, A., Karatrantou, K., Vasilopoulou, T., Chanou, K., & Pispirikou, E. (2010). The acute effects of different whole-body vibration amplitudes and frequencies on flexibility and vertical jumping performance.*Journal of Science and Medicine in Sport*, *13*(4), 438-443.
38. Siegmund LA, Barkley JE, Knapp D, Peer KS. Acute effects of local vibration with biomechanical muscle stimulation on low-back flexibility and perceived stiffness. Athletic Training & Sports Health Care. 2014;6(1):37-45.
39. Schwarz, A., Pick, C., Harrach, R., Stein, G., Bendella, H., Ozsoy, O., ... & Dunlop, S. (2015). Reactions of the rat musculoskeletal system to compressive spinal cord injury (SCI) and whole body vibration (WBV) therapy. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*, *15*(2), 123-136.
40. Dolny, D. G., & Reyes, G. F. C. (2008). Whole body vibration exercise: training and benefits. *Current sports medicine reports*, *7*(3), 152-157.
41. Rehn B, Lidstrom J, Skoglund J, Lindstrom B. Effects on leg muscular performance from whole-body vibration exercise: a systematic review. Scand J Med Sci Sports 2007; 17(1):2-11.
42. Li, X., Wang, X. Q., Chen, B. L., Huang, L. Y., & Liu, Y. (2015). Whole-body vibration exercise for knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, *2015*.
43. T. Tsuji, J. Yoon, T. Aiba, A. Kanamori, T.Okura, and K. Tanaka, "Effects of whole-body vibration exercise on muscular strength and power, functionalmobility and self-reported knee function in middle-aged and older Japanese women with knee pain," *The Knee*, vol. 21, no. 6, pp. 1088–1095, 2014.
44. A. P. Sim˜ao, N. C. Avelar, R. Tossige-Gomes et al., "Functional performance and inflammatory cytokines after squat exercises and whole-body vibration in elderly individuals with knee osteoarthritis," *Archives of PhysicalMedicine and Rehabilitation*, vol. 93, no. 10, pp. 1692–1700, 2012
45. Saggini, R., & Bellomo, R. G. (2015). Integration to focal vibration in neurorehabilitation. *European journal of physical and rehabilitation medicine*,*51*(4), 508-508.
46. Verhulst, A. L., Savelberg, H. H., Vreugdenhil, G., Mischi, M., & Schep, G. (2015). Whole-body vibration as a modality for the rehabilitation of peripheral neuropathies: implications for cancer survivors suffering from chemotherapy-induced peripheral neuropathy. *Oncology reviews*, *9*(1).
47. van Nes, I. J., Latour, H., Schils, F., Meijer, R., van Kuijk, A., & Geurts, A. C. (2006). Long-term effects of 6-week whole-body vibration on balance recovery and activities of daily living in the postacute phase of stroke a randomized, controlled trial. *Stroke*, *37*(9), 2331-2335.
48. Ruck, J., Chabot, G., & Rauch, F. (2010). Vibration treatment in cerebral palsy: A randomized controlled pilot study. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, *10*(1), 77-83.
49. Vry, J., Schubert, I. J., Semler, O., Haug, V., Schönau, E., & Kirschner, J. (2014). Whole-body vibration training in children with Duchenne muscular dystrophy and spinal muscular atrophy. *european journal of paediatric neurology*, *18*(2), 140-149.
50. Mester, J., Kleinöder, H., & Yue, Z. (2006). Vibration training: benefits and risks. *Journal of biomechanics*, *39*(6), 1056-1065.

Riskli Bebeklerde Spontan Motor Hareketler ve Bilgisayar Tabanlı Video Analizi

Uzm Fzt Halil Alkan, Doç Dr Akmer MUTLU
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye
E-mail: halilalkan@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Riskli bebek, negatif çevresel ve biyolojik faktör öyküsü olup, bu faktörlerin nöromotor gelişim problemlerine yol açabildiği bebek olarak tanımlanmaktadır. Heinz Prechtl, bebek ve fetuslarda fonksiyonel bozuklukların erken dönemde tespitinde spontan motor hareketler (GMs) adlı yeni bir nörolojik değerlendirme yöntemi geliştirmiştir. Bu yöntem erken rehabilitasyona başlanmasında ve bebeğin klinik tipinin tahmin edilerek uygun tedavi programının çizilmesine de imkan sağlamaktadır. Bebeğin spontan motor hareketlerinin kalitesine odaklanan bu yöntem gözleme dayanmaktadır. Video kayıtları kullanılarak dijital ortama aktarılan bu hareketlerin görüntüsü hareket diyagramına dönüşerek normal hareketi patolojik hareketten ayırt etmek için kullanılmaktadır. Bilgisayar tabanlı video analizinin riskli bebekleri nörolojik açıdan değerlendirmek için daha objektif bir analiz yöntemi olacağı öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Serebral Palsi, spontan motor hareketler, video analizi

ABSTRACT

Risk infants are defined a history of negative environmental and biological factors that can lead to neuromotor development problems. Heinz Prechtl has developed a new neurological evaluation method named spontaneous motor movements (GMS) in infants and fetus to detect at an early stage diagnosis of functional disorders. This method enables the program to be drawn by estimating the initiation of appropriate treatment, early rehabilitation and the baby's clinical type. Focusing on the quality of spontaneous motor movements of the baby, this method is based on observation. The image of this movement digitized using video recordings is transformed into the diagram of movement and is used to distinguish from the normal movement versus pathological action. It is foreseen to be a more objective analysis of computer-based video analysis to evaluate the risk of babies neurologically.

Key words: Cerebral Palsy, general movement assessment, video analysis

1. GİRİŞ

Riskli bebeklerde nörolojik değerlendirme erken rehabilitasyona açısından büyük öneme sahiptir. Bu doğrultuda farklı değerlendirme yöntemleri olmakla beraber, Heinz Prechtl, bebek ve fetuslarda fonksiyonel bozuklukların erken dönemde tespitinde spontan motor hareketler adlı yeni bir nörolojik değerlendirme yöntemi geliştirmiştir. Erken dönemde, immatür sinir sistemi disfonksiyonu hakkında tahmin yapılmasına izin veren bu değerlendirme yöntemi, özellikle erken rehabilitasyona başlanmasında ve bebeğin klinik tipinin tahmin edilerek uygun tedavi programının çizilmesine de imkan sağlamaktadır.

Baş, gövde, kol ve bacak hareketlerinden oluşan hareket serilerinin kalitesine odaklanan GMs yöntemi gözleme dayanmaktadır. Bebeklerdeki spontan motor hareketler geliştirilen akıllı yazılımlarla dijital bilgisayar ortamına aktarılarak normal hareketi patalojik hareketten ayırt etmek için video analizleri kullanılmaktadır. Hareket görüntüleri bir tür hareket diyagramına dönüşmektedir. Bilgisayar tabanlı video analizi (CIMA) olarak adlandırılan bu yöntem sayesinde laboratuvar ortamı gerektirmeden serebral palsi (SP)'li bebeklerin en erken dönemde tahmin etmeye yardımcı, spesifitesi ve sensivitesi yüksek olan daha objektif bir yöntem olacağı belirtilmektedir.

2. RİSKLİ BEBEK TERMİNOLOJİSİ

Riskli bebek, 37 haftanın altında doğan prematüre bebeklerden, düşük doğum ağırlığına sahip zamanında doğan veya çeşitli nedenlere bağlı gelişimde geriliğin görüldüğü bebeklere kadar

geniş bir tanımı kapsamaktadır (1). Temel olarak riskli bebek, negatif çevresel ve biyolojik faktör öyküsü olup, bu faktörlerin nöromotor gelişim problemlerine yol açabildiği bebek olarak tanımlanmaktadır (2). Özellikle çok düşük doğum ağırlığına (<1500 gr) ve çok küçük doğum haftasına (≤32 hafta) sahip bebekler "yüksek riskli" olarak kabul edilmektedir (3). "Riskli bebek" tanımlaması, alanda çalışan sağlık profesyonellerine göre değişiklik göstermektedir (1).

3. RİSK FAKTÖRLERİ

Bebeklerde prematür doğum, çok düşük doğum ağırlığı ve beyin lezyonu kaynaklı riskler, nöromotor gelişimsel bozukluğa sebep olan risk faktörlerinin en önemlileri arasındadır. Genel olarak bebeklerde gelişimsel bozukluğa sebep olan riskler prenatal, perinatal ve postnatal kaynaklı olarak sınıflandırılmaktadır (4).

3.1. Prenatal Faktörler

Gelişimsel bozukluklar ile ilişkili en büyük risk faktörleri prenatal döneme aittir. Yapılan çalışmalarda gelişimsel bozukluk görülen vakaların *%70-80'*inde prenatal ve genetik faktörlerin etkili olduğu belirtilmektedir. Ayrıca zeka bozukluğu, yetersiz serviks uzunluğu, solunum, kalp ve tiroid hastalıkları, nöbet görülen annelerin bebeklerinde serebral palsi (SP) görülme oranında artış olduğu belirtilmiştir. Bunlara ek olarak diabet, astım ve koagülasyon bozukluğu, annenin daha önceki gebeliklerinde düşük veya yeni doğan ölümü olması, annenin 40 yaşın üstünde ve 20 yaşın altında olması, amniyon sıvısının fazla ya da az olması, 2. ve 3. trimesterde kanama, plasenta anormalliği gibi nedenlerde prenatal risk faktörleri arasında sıralanmaktadır (4).

3.2. Perinatal Faktörler

Bu dönemde pek çok risk faktörü bulunmakla birlikte, doğum asfiksisi en sık karşılaşılan risk faktörleri arasındadır. Tüm gestasyonel yaşlarda mekanyum aspirasyonunun güçlü bir risk faktörü olduğu belirtilmiştir. Perinatal inmenin nedenlerinin prenatal dönem ile ilişkili olan maternal enfeksiyonlar, preeklampsi, korioamniyonit, düşük apgar skoru, erkek cinsiyet, merkezi sinir sistemi malformasyonları, intrauterin gelişim geriliği, çoğul gebelik ve trombofilik faktörler olabileceğini gösteren kanıtlar bulunmaktadır (4). Yapılan bir çalışmada term doğan bebeklerin büyük kısmına sıklıkla prenatal risk faktörleri eşlik ederken, preterm bebeklerde prenatal ve perinatal risk faktörlerinin birlikte seyrettiği belirtilmektedir (5).

3.3. Postnatal Faktörler

Bu dönemin en büyük risk faktörleri arasında enfeksiyonlar, neonatal sepsis, menenjit, respiratuar distress sendromunun (RDS), nöbetler bulunmaktadır . Özellikle 28 haftanın altında doğan ve RDS görülen bebeklerde SP görülme riski %71.5'tir (4). Yüksek bilirubin düzeyleri de önemli risk faktörleri arasındadır ve SP oluşumuna sebep olmaktadır. Bunun yanısıra yüksek bilirübin periventriküler lökomalazi (PVL) oluşumuna sebep olduğu öne sürülmektedir (6).

4. NÖROMOTOR DEĞERLENDİRME YÖNTEMLERİ

Riskli bebeklerde değerlendirmenin amacı, bebek ve çevresiyle ilgili bilgileri sistematik olarak toplamak, motor disfonksiyonu olan bebekleri tanımlamak, bebeğin şu anki performansına göre gelecekteki motor problemlerini tahmin etmek ve zaman içindeki değişimi değerlendirmek amacıyla yapılmaktadır (7). Özellikle motor alandaki gelişimsel bozukluk ve hasarın erken belirlenmesinin, yaşamın ilk iki yılı boyunca erken müdahale için çok önemli olduğu iyi bilinmektedir (8).

Çocuğun yaşına uygun gelişim seviyelerinde problemlerin tanımlanmasında, özel müdahalelere ihtiyacı olan çocukların belirlenmesinde, motor gelişim problemleri için riskli çocukların takibinde ve tedavi programının etkisini ve yararını kanıtlamada özel değerlendirme yöntemleri kullanılmaktadır (9). Gelişimsel fizyoterapi değerlendirilmesi yaşa uygun duyusal-motor cevapları, motor becerileri ve koordinasyonu, gelişimsel postüral kontrol ve denge reaksiyonlarını, kas-iskelet durumunu içermelidir. (10). Riskli bebekler için en iyi bilinen değerlendirme yöntemleri (11) ;

1. General Movement Analysis-GMs
2. Nöro Sensori Motor Değerlendirme Anketi (NSMDA) ,
3. Bayley-III Bebek ve Çocuk Gelişimi Değerlendirme Ölçeği (Bayley III)
4. The Test of Infant Motor Development (TIMP),
5. Alberta Infant Motor Scale (AIMS) ,
6. Infant Motor Profile (IMP),
7. Movement Assessment of Infants (MAI),
8. Alberta Infant Motor Scale (AIMS),

Bu testlerin ortak amacı bebeklerin motor gelişimini değerlendirmek, tahmin etmek veya ayırt etmektir. Hepsi avantaj ve dezavantajlara sahipler. Bazıları ucuz iken bazıları pahalı olabiliyor. Bebekler için geçerlik ve güvenilirlik ön planda

tutularak yaşa göre motor performansı belirleyen testler seçilmelidir (11).

5. BEBEKLERDE SPONTAN MOTOR HAREKETLER-GMS.

GMs'nin tarihsel gelişimi Heinz F. R. Prechtl tarafından 1980'li yıllarda fetal çalışmalarla başlamıştır (12). Spontan motor hareketler baş, gövde, kol ve bacak hareketlerinden oluşmaktadır. Spontan motor hareketleri değerlendirmede kullanılan bu yöntem Prechtl Analizine göre GMs değerlendirmesi olarak ifade edilmekte ve fetus, preterm, term ve erken dönemdeki bebeklerde kullanılan nörolojik bir teşhis yöntemi olup, spontan hareketlerin kalitesini değerlendirmektedir (13).

GMs son 25 yılda gelişmekte olan beyni anlamada bir anahtar olarak görülmekte ve belirli nörolojik hastalıkların teşhis yöntemi olduğu yaygın olarak kanıtlanmıştır. GM's yöntemindeki amaç, erken müdahale gerektiren vakaların belirlenmesi sağlamaktır (14). GMs, hızlı, kolay uygulanabilen, tekrar edilebilen, girişimsel olmayan, ucuz bir değerlendirme aracıdır. Erken dönemde SP ve gelişimsel bozuklukları tahmin etmede yüksek güvenilirlik ve geçerliğe sahiptir (15). Ayrıca prenatal dönemde fetusun değerlendirmesine olanak vermesi ve motor gecikmenin şiddetini tahmin ederek post term dönemde erken rehabilitasyona ihtiyacı olan bebeklerin güvenilir şekilde seçilebilmesine sağlayarak uygun rehabilitasyon programı uygulanmasına olanak vermektedir (16).

5.1. GMs'in Yöntemi

GMs'in yöntemi video ile gözlem yöntemine dayanmaktadır ve 5 günlük özel eğitim gerektiren kurslarla verilmektedir (12). Bu yöntemle normal ve anormal GMs'nin en kolay değerlendirilmesi çıplak gözle yapılan doğrudan gözlem yoludur. Ancak, değerlendirmede kesin kararı verebilmek için bebeğin hareketlerinin videoya kayıt edilerek tekrarlı izlenmesi yararlı olur, videonun hızlı izlenmesi de GMs'nin değerlendirilmesini kolaylaştıran bir durumdur. Videoyu izlerken ve değerlendirmede karar vermeye çalışırken, değerlendiren kişinin görsel algısı (Gestalt Perception) önemlidir. Görsel algı, tüm detayları hesaba katarak bir bütün olarak bakabilme yeteneği olup bilimsel bilgi için oldukça iyi bir kaynaktır (17). Yapılan bir çalışmada GMs'in tahmin uyumu açısından spesifisitesi (%96) ve sensitivitesi (%95) kranial ultrason yöntemine göre (spesifisite %83 ve sensitivite %80) daha yüksek bulunmuştur (18).

5.2. GMs'in Mekanizması

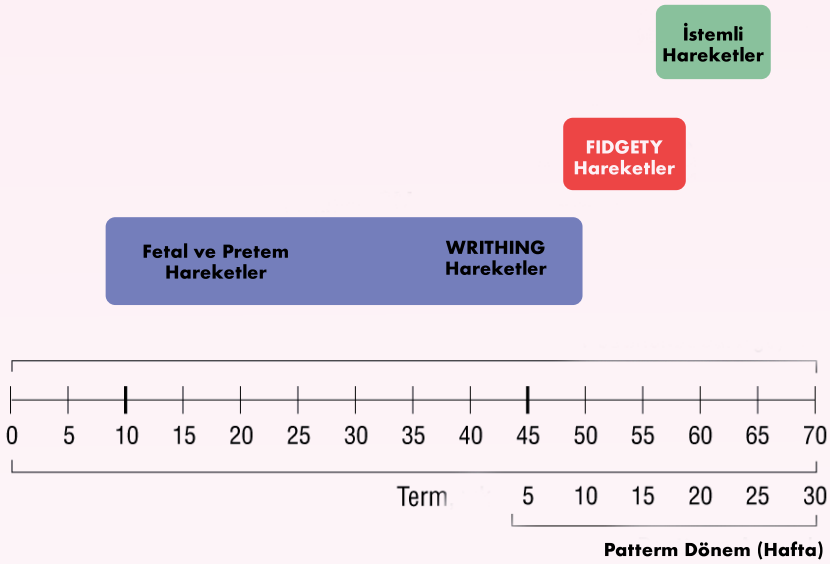
Gelişmekte olan sinir sisteminin temel fonksiyonu spontan motor aktivite üretmektir ve bu spontan aktivite duyusal uyarandan bağımsızdır (19). GMs, gerinme, esneme gibi spontan hareketlerden sorumlu nöral mekanizma "Central Pattern Generator" (CPG) olarak adlandırılmaktadır ve meydana geldiklerinde kolaylıkla farkedilebilirler (13). Duyusal uyarıya verilen cevapla karşılaştırıldığında spontan aktivitenin beyin fonksiyon bozukluklarını göstermede daha hassas olduğu bilinmektedir (20). Gelişen insan organizmasında, en iyi bilinen CPG'ler; nefes alma, emme, çiğneme ve emekleme, yürüme gibi lokomosyonlardır ve fetus ve bebeğin spontan hareketlerinin CPG'si ile ilgili bilgiler halen tamamlanmaktadır (13).

5.3. GMs'in Araştırıldığı Hastalıklar

Literatüre bakıldığında, GMs sadece SP'nin tahmininde değil aynı zamanda birçok değişik hastalığı olan bebeklerde araştırılmış ve birbirinden farklılık göstermek üzere anormal, atipik, farklı ve kalitesi etkilenmiş GMs belirtileri bulunmuştur. GMs'nin araştırıldığı hastalıklar:

1. Prematüre bebekler,
2. Otizm,
3. Cornelia de Lange syndrome (CdLS),
4. İntrauterin büyüme geriliği olan bebekler,
5. Serebral malformasyonu olan bebekler,
6. Sepsis geçiren bebekler,
7. Hemiparazi için risk faktörü oluşturan tek taraflı intraparenkimal ekodensitesi olan preterm bebekler,
8. Geçici periventriküler ekodensitesi olan preterm bebekler,
9. Deksametazon tedavisi gerektiren kronik akciğer hastalığı olan yüksek riskli preterm bebekler,
10. Neonatal serebral enfarkt geçiren term bebekler,
11. Rett sendromu,
12. Spina bifida,
13. Down sendromu
14. Nörolojik problemi olmayan görme özürlü bebeklerdir.

Yukarıdaki hastalıklara örnek olarak son yıllarda yapılan bir çalışmada 6 ay hiç bir belirti göstermeyen motor ve iletişimsel gerilikle sonuçlanan otizm hastalığına sahip on bebekten dokuzu 0-6 ay döneminden anormal GMs bulguları göstermiş ve GMs'in otizmli çocukları belirlemede kullanılabilecek bir yöntem olduğu ifade edilmiştir (21).



Şekil 1. GMs Hareket Tipleri (15).

5.4. GMs Hareket Tipleri

GMs kompleks, sık ve uzun sürede sonlanma özelliklerine sahiptir. Gestasyonel 9. haftadan başlayıp, post term yaklaşık 20. haftaya kadar devam etmektedir. GMs 20. haftadan sonra, yerini istemli hareketlere ve bebeğin çevresiyle iletişimine bırakır. GMs hareketleri genel olarak "preterm ve writhing" ve "fidgety" hareketler olmak üzere iki ana başlık altında toplanır. Her iki hareketin de normal ve anormal olarak değerlendirilebileceği süreler ve formlar vardır. Nöral fonksiyonlardaki major geçiş 2.ayın bitimi, 3.ayın başlangıcında olur. Bu zamanda GMs karakteri değişir ve "writhing" hareketler kıpır kıpır anlamına gelen "fidgety" görünümünü almaktadır (13,15).

5.4.1. Preterm ve Writhing Hareketler

Preterm dönemde bebek doğumdan sonraki ilk aylarda (6.-8. hafta), GMs "writhing hareketler" olarak adlandırılır. Normal GMs hareketleri, tüm vücudu içeren kaba hareketlerdir. Bir kaç saniye ile bir kaç dakika ya da daha uzun sürebilir. Belirgin özellikleri, kol, bacak, boyun ve gövde hareketlerinde ki değişkenliktir, kuvvet, hız ve yoğunlukları artar ve azalır, dereceli başlangıçları ve bitişleri vardır. Kol ve bacakların, fleksiyon ve ekstansiyon hareket serisinin çoğunluğunda aşırı rotasyon ve sıklıkla hareketin yönünde hafif bir değişim görülür. Bu komponentler, harekete akıcı, kaliteli, kompleks ve değişken izlenimi oluşturur (15).

"Writhing" patern, az-orta amplitüt, ve yavaş-orta hız ile karakterizedir. Hızlı ve geniş ekstansör hareketler özellikle kollarda ortaya çıkabilir. Tipik olarak, bu tür hareketler eliptiktir; bu komponent hareketin "writhing" karakteri izlenimini ortaya koyar (15).

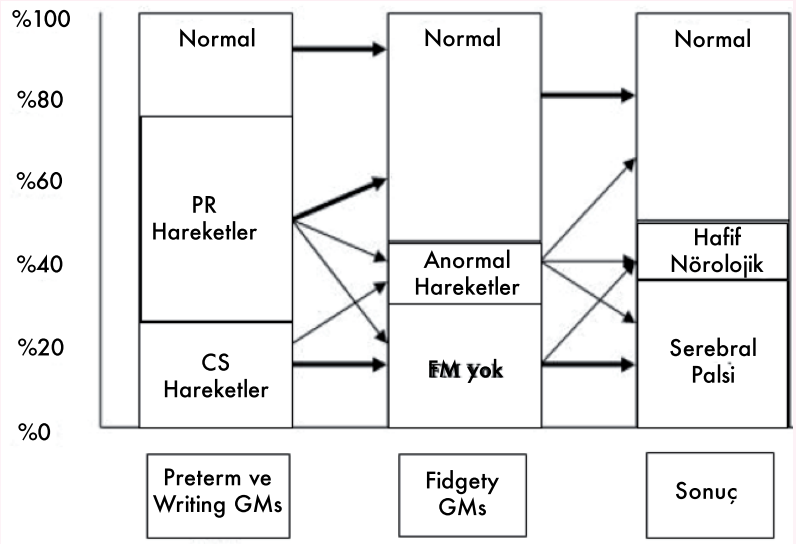
Preterm ve writing dönemde anormal GMs tipleri bulunmaktadır. Bunlar;

'Poor repertoire' (PR) olarak adlandırılan monoton, yavaş, çeşitlilik az olan hareketler.

Rijit hareketler, kasılma ve gevşeme, katı gövdenin bulunduğu 'Cramped synchronised' (CS) hareketler ve ani, keskin, karmaşık, düzensiz ve geniş amplitüd sergileyen Chaotic (Ch) hareketleri içermektedir (15).

5.4.2. Fidgety Hareketler (FMs)

Postterm 6-9. haftalarda, normal bir bebeğin GMs karakteri yerini "writhing" tip hareketten "fidgety" tip harekete bırakır. FMs, küçük amplitütlü, orta hızlı dairesel hareketlerdir ve boyun, gövde ve ekstremitelerin tüm yönlerdeki değişken hareketleridir. FMs en erken postterm 6. haftada görülmeye başlamakla beraber, genellikle 9. haftada meydana gelir ve 15. haftadan 20. haftaya kadar devam eder. Postterm 15. haftada, bebekler spontan motor aktivitenin diğer paternlerini dereceli olarak ortaya çıkarırlar. Preterm bebekler için düzeltilmiş yaş dikkate alınır. "Fidgety" ha-



Şekil 2. GMs Tahmin Olasılığı (21). *Prof. Dr. Christa Einspielerin izniyle

reketler, uyanık bir bebekte, bebeğin dikkati bir yere toplanmadığı sürece vardır, ağlayan, gergin bir bebekte görülmesi zordur (15). Bu dönemde de anormal hareket tipleri mecuttur. Bunlar;

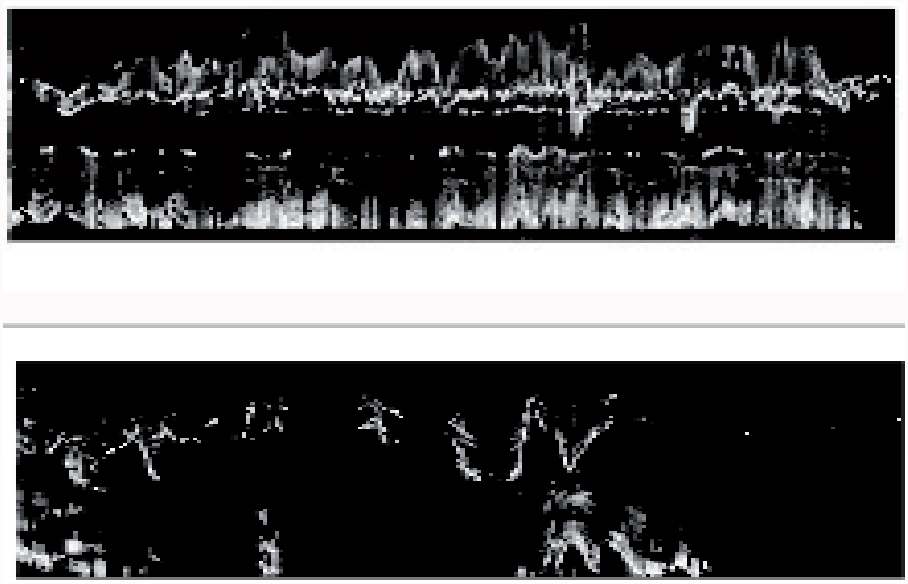
FMs'nin postterm 6-20. hafta arasında hiç görülmemesi veya amplitütleri, hızları orta-şiddetli derecede artmış anormal hareketlerdir (15).

GMs'de özellikle bu iki anormal hareket, bebeğin yüksek oranda normal gelişip gelişmeyeceğini, minor nörolojik bozukluğu ya da SP olup olmadığını ön görür. Özellikle bu iki patern, ileriki dönemde çocuk yaklaşık 2 yaşına geldiğinde, nörolojik fonksiyon bozukluğu tablosunu güvenilir bir şekilde tahmin olanağı vermektedir (15).

5.5. GMs Değerlendirmesinde Teknolojik Kullanım (Bilgisayar Tabanlı Video Analizi-CIMA)

İnsan hareketlerinin zaman içerisindeki kayıt sürecini, bilgisayar temelli dijital kayıt ortamında diyagrama dönüştürülmesi elde edilen bu yöntem askeriyede, eğlence alanında ve medikal uygulamalarda yaygın olarak kullanılmaktadır (23). Önceleri Sesle uyumlu daha kaliteli hareketler üretmek için müzisyenler ve dans edenler üzerinde çalışmalar yaparak sese daha uyumlu ve kaliteli hareket diyagramı elde etmek için Jensenius ve arkadaşları tarafından geliştirildi (24). 'The Musical Gesture Toolbox' adı verilen bu akıllı yazılım analizi üzerinde bazı grafiksel değişiklikler ve düzeltmeler yaparak 'General Movement Toolbox'ı geliştirdiler. Hareketin yerini, sıralamasını, seviyesini zaman içerisinde gözlemlemenin -motiongram- kolay yolu ile normal hareketi patalojik bir hareketten ayırt etmek için objektif bir kriter olarak görülmektedir (23). Bebekler için erken dönemde normal ve anormal hareket görüntüsünün normlarının oluşturulması hedeflenmektedir (25).

Yapılan çalışmalara bakıldığında 75 sağlıklı bebeğin fidgety hareketleri analiz edilmiş ve yüksek düzeyde test-retest güvenirliği gösterilmiştir (26). Bilgisayar tabanlı video analizi yöntemi kullanılarak yüksek riskli bebeklerde yapılan başka bir çalışmada SP'yi tahmin etmedeki spesifitesi ve sensivitesine bakılmış ve yüksek derecede SP'yi



Şekil 3. Normal ve Anormal Bebekte GMs Hareket Diyagramları (25).

tahmin etmede objektif bir yöntem ve kolay bir yol olduğu rapor edilmiştir (27).

6. SONUÇ

Fizyoterapi alanında çok spesifik bir alan olan GMs uygulaması, riskli bebek grubunda en erken teşhis yöntemi olarak kullanılması, fizyoterapi gerektiren bebekleri belirlemede bir kompleman olarak iş görmektedir. Buna ek olarak teknolojinin her geçen gün rehabilitasyon uygulamaları alanında artmasıyla birlikte de CIMA uygulaması riskli bebekleri nörolojik açıdan değerlendirmede daha objektif bir analiz yöntemi sağlayarak tele rehabilitasyon ile de ulaşılamayan bebekler için vazgeçilmez bir yöntem olacağı öngörülmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Kleigman, R. (1992). Bioethics of mother, fetus and newborn. A. A. Fanaroff ve R. J. Martin (Ed.). Neonatal-perinatal medicine:diseases of the fetus and infant (s. 280-292). St Louis: CV Mosby.
2. Barbara, J., Kliegman, R.M., Kliegman, S. (2004). The high-risk infant. R.E., Behrman, R.M. Kliegman, H.B. JeNson, (Ed.). Nelson Textbook of Pediatrics. (17. Bs., s. 547-550), Philadelphia: Saunders.
3. Platt, M.J., Cans, C., Johnson, A., Surman, G., Topp, M., Torrioli, M.G. ve diğerleri. (2007) Trends in cerebral palsy among infants of very low birthweight (<1500 g) or born prematurely (<32 weeks) in 16 European centres: a database study. Lancet, 369 (9555), 43-50.
4. McIntyre, S., Taitz, D., Keogh, J., Goldsmith, S., Badawi, N. ve Blair, E. (2013). A systematic review of risk factors for cerebral palsy in children born at term in developed countries. Developmental Medicine & Child Neurology, 55(6), 499-508.
5. Stoknes, M., Andersen, G. L., Elkamil, A. I., Irgens, L. M., Skranes, J., Salvesen, K. Å. ve diğerleri (2012). The effects of multiple pre-and perinatal risk factors on the occurrence of cerebral palsy. A Norwegian register based study.*european journal of paediatric neurology*, *16*(1), 56-63.
6. Graziani, L.J., Mitchell, D.G., Kornhauser, M., Pidcock, F.S., Merton, D.A., Stanley, C. ve diğerleri. (1992) Neurodevelopment of preterm infants: neonatal neurosonographic and serum bilirubin studies. *Pediatrics*, 89 (2), 229-234.
7. Kirshner, B., & Guyatt, G. (1985). A methodological framework for assessing health indices. *Journal of chronic diseases*, *38*(1), 27-36.
8. Palmer, B.,Capute, A.J. (2004). Streams of development:the keys to developmental assessment. M. Crocetti ve M. A. Barone (Ed.). Oski's Essentisal Pediatrics (s. 120-122). Philadelphia: Lippincott Williams &Wilkins
9. Burns, Y. (1992). NSMDA: Physiotherapy assessment for infants and young children. Brisbane, Australia: Copyright Publishing Co Pty Ltd.
10. Bailey, D. (1991). Research for the Health Professional : A Pratical Guide. Philadelphia: FA Davis.
11. Spittle, A. J., Doyle, L. W., Boyd, R. N. (2008). A systematic review of the clinimetric properties of neuromotor assessments for preterm infants during the first year of life. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *50*(4), 254-266.
12. Prechtl H. F. R. (2001). General movement assessment as a method of developmental neurology: new paradigms and their consequences. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 43: 836-842.
13. Precthl H. F. R. (1997). State of the art of a new functional assessment of the young nervous system. An early predictor of cerebral palsy. *Early Human Development*. 50: 1-11.
14. Bosanquet, M., Copeland, L., Ware, R., Boyd, R. (2013). A systematic review of tests to predict cerebral palsy in young children. *Developmental Medicine ve Child Neurology*, *55*(5), 418-426.
15. Einspieler, C., Prechtl, H. F., Ferrari, F., Cioni, G., Bos, A. F. (1997). The qualitative assessment of general movements in preterm, term and young infants—review of the methodology. *Early human development*, *50*(1), 47-60.
16. Einspieler C., Cioni G., Paolicelli P. B., Bos A. F., Dressler A., Ferrari F., Roversi M. F. ve Prechtl H. F. R. (2002). The Early Markers for Later Dyskinetic Cerebral Palsy are Different from Those for Spastic Cerebral Palsy. Neuropediatrics. 33: 73- 78.
17. Prechtl H. F. R. (1990). Qualitative changes of spontaneous movements in fetus and preterm infant are a marker of neurological dysfunction. *Early Human Development*. 23: 151- 158.
18. Prechtl H. F. R., Einspieler C., Cioni G., Bos A. F., Ferrari F. ve Sontheimer D. (1997). An Early marker for Neurological Deficits After Perinatal Brain. *Lancet*. 349: 1361- 1363
19. Dibiasi J. ve Einspieler C. (2002). Can spontaneous movements be modulated by visual and acoustic stimulation in 3-month-old infants? *Early Human Development*. 68: 27-37.
20. Ferrari F., Cioni G., Einspieler C., Roversi M. F., Bos A. F., Paolicelli P. B., Ranzi A. Ve Prechtl H. F. R. (2002). Cramped synchronized general movements in preterm infants as an early marker for cerebral palsy. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 156: 460-467.
21. Zappella, M., Einspieler, C., Bartl-Pokorny, K. D., Krieber, M., Coleman, M., ve diğ. (2015). What do home videos tell us about early motor and socio-communicative behaviours in children with autistic features during the second year of life—An exploratory study. *Early Human Development*, *91*(10), 569-575.
22. Einspieler, C., & Prechtl, H. F. (2005). Prechtl's assessment of general movements: a diagnostic tool for the functional assessment of the young nervous system. *Mental retardation and developmental disabilities research reviews*, *11*(1), 61-67.
23. Jensenius, A. R. (2009). Musikk og bevegelse. *Unipub, Oslo*.
24. Jensenius, A. R., Godøy, R. I., Wanderley, M. M. (2005). Developing tools for studying musical gestures within the Max/MSP/Jitter environment.
25. Adde, L. (2010). Prediction of cerebral palsy in young infants: Computer-based assessment of general movements. Thesis for the degree of philosophiae doctor. Norwegian University of Science and Technology.
26. Valle, S. C., Støen, R., Sæther, R., Jensenius, A. R., Adde, L. (2015). Test–retest reliability of computer-based video analysis of general movements in healthy term-born infants. *Early human development*, *91*(10), 555-558.
27. Adde, L., Helbostad, J. L., Jensenius, A. R., Taraldsen, G., Grunewaldt, K. H., Støen, R. (2010). Early prediction of cerebral palsy by computer-based video analysis of general movements: a feasibility study. *Developmental Medicine & Child Neurology*, *52*(8), 773-778.

Omuz Rehabilitasyonunda Hangi Kas? Hangi Egzersiz

Fzt Dilara DÖNDER
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara
e-mail: dilaradonder@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Omuz rehabilitasyonunda etkili egzersiz programlarının oluşturulmasında biyomekanik ve elektromiyografik bilgiler klinik açıdan fizyoterapistlere yol göstericidir. Farklı omuz patolojilerinde kaslarda değişken aktivasyon paternleri oluşur. Rehabilitasyonda uygun kasları izole olarak aktive etmek ve istenmeyen kas aktivasyonlarını önlemek gerekir. Kullanılan egzersizler sırasında hangi kasların, hangi oranda aktive olduğunu bilmek doğru ve etkili egzersiz programlarının oluşturulması açısından önemlidir. Omuz yaralanmalarının önlenmesi ve tedavisinde kinetik zincir prensibi ile glenohumeral ve skapulotorasik bölge kaslarını uygun sıra ve oranlarda aktive edecek egzersiz programları oluşturulmalıdır. Bu yazıda, farklı omuz kasları için klinikte sık kullanılan egzersizler sırasındaki aktivasyon miktarları literatür çalışmalarıyla incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Elektromiyografi, omuz rehabilitasyonu, kas aktivasyonu, egzersiz

ABSTRACT

Biomechanical and electromyographic data leads clinical information to therapist for effective exercise programs in shoulder rehabilitation. Different shoulder muscles activation patterns occur in different shoulder pathologies. It is necessary to activate appropriate muscles in isolation and to prevent undesired muscle activations in rehabilitation. It is clinically important to know which muscles are active during different rehabilitation exercises. Exercise programs should be established with kinetic chain principle to activate the glenohumeral and scapulothoracic muscles at appropriate ratios for prevention and treatment of shoulder injuries. In this paper, the amount of shoulder muscles activation during different rehabilitation exercises were examined by literature studies.

Key Words: Electromyography, shoulder rehabilitation, muscle activity, exercise

1. GİRİŞ

Omuz yaralanmalarının önlenmesi ve tedavisinde biyomekanik ve elektromiyografik bilgiler etkili rehabilitasyon programlarının oluşturulması açısından önemlidir. Pek çok omuz probleminde, omuz kompleksini oluşturan eklemlerde kinematik değişiklikler meydana gelmektedir (1,2). Bu değişiklikler bölge kaslarının aktivasyonuyla doğrudan ilişkilidir. Etkili bir omuz fonksiyonu, glenohumeral ve skapulotorasik bölgedeki kasların koordineli aktivasyonları sayesinde gerçekleşir.

Omuz rehabilitasyonunda kinetik zincir prensibi uygulanmalıdır. Özellikle son yıllarda skapula temelli rehabilitasyon yaklaşımları ile proksimalden distale doğru bir sıra izlenmektedir (3). Skapular kaslarda görülen kuvvet dengesizliği kinematiğin bozulmasına ve rotator kılıf üzerinde aşırı stresin oluşmasına neden olur. Bu nedenle önce skapulotorasik bölge kasları, sonra rotator kılıf kaslarının izole aktivasyonları sağlanmalıdır (4). Farklı egzersizler sırasında oluşan elektromiyografik aktivite bilgisi, rehabilitasyonun farklı aşamalarında izole kas aktivasyonu oluşturmak ve istenmeyen aktivasyonlarının önlenmesi açısından önemlidir.

2. OMUZ REHABİLİTASYONUNDA ELEKTROMİYOGRAFİ

Elektromiyografi (EMG), eklem hareketleri sırasında kasın ne zaman ve ne kadar aktif olduğunu göstermesi bakımından klinik önem taşır (5). Rehabilitasyonda EMG, bir kasın farklı egzersizler sırasındaki aktivasyon miktarının karşılaştırılmasında kullanılabilir. EMG çalışmaları ile kasların egzersiz sırasındaki fonksiyonları ayrıntılı bir şekilde analiz edilmekte, bu da kişiye uygun egzersiz programlarının oluşturulmasında yol gösteri-

ci olmaktadır. Örneğin; rotator kılıf tamiri sonrası rehabilitasyonun erken dönemlerinde, iyileşen yumuşak doku üzerindeki stresler minimal düzeyde olmalıdır. Bu nedenle, aşırı rotator kılıf aktivasyonuna neden olmadan skapulotorasik bölge kaslarının optimal düzeyde aktive edilmesi gerekir. Bu dönemde farklı egzersizler sırasındaki kas aktivasyon miktarlarını göz önünde bulundurarak verilecek egzersizler rehabilitasyonun başarısını etkileyecektir.

Literatürde omuzla ilgili EMG çalışmalarına bakıldığında trapezius, serratus anterior, deltoid ve pektoralis majör gibi kaslar daha çok yüzeyel EMG; supraspinatus, infraspinatus, subskapularis ve teres minör kasları ise iğne elektrotlar ile değerlendirilmektedir (6-9).

Yapılan çalışmalarda, kasın aktivasyon miktarının normalizasyonunda genellikle maksimum istemli izometrik kontraksiyon (MVIC) yüzdesi kullanılmaktadır (9,10). % 0-20 arasındaki EMG aktivitesi düşük kas aktivasyonu, % 21-40 orta şiddetli, % 41-60 yüksek kas aktivasyonu, %60 ve üzeri ise çok yüksek kas aktivasyonu olarak ifade edilmektedir (11). Böylece egzersizler arasında kas aktivasyon miktarı bakımından sıralama yapmak mümkün olmaktadır. Ancak farklı EMG çalışmalarında; aynı kas, aynı egzersizler sırasında değerlendirilmiş olsa bile, çalışmalar arasında karşılaştırma yapmak zordur. Bunun nedeni çeşitli uygulama farklılıklarıdır. Örneğin; bir çalışmada aynı egzersiz 1 maksimum tekrarın %50'sinde yapılırken, diğer çalışmada %80'inde yapılabilir. Bu durum farklı kas aktivasyon yüzdelerinin oluşmasına neden olur (9).

3. SKAPULOTORASİK BÖLGE KASLARINDA EMG

Skapular planda tam kol elevasyonu sırasında; skapula ortalama 50° yukarı rotasyon, 24° eksternal rotasyon ve 30° posterior tilt yapar (30). Bu hareketin gerçekleşebilmesi için, skapulotorasik bölge kaslarının glenohumeral eklem hareketiyle koordineli olarak aktive edilmesi gerekir. Trapezius ve serratus anterior kasları skapulotorasik bölgenin temel stabilizatör kaslarıdır (12). Bu kaslarda görülen zayıflık veya herhangi bir aktivasyon problemi skapular üç boyutlu hareketlerin etkilenmesine ve omuzla ilgili yaralanma riskinin artmasına neden olur.

3.1. Trapezius

Üst trapezius, skapulanın elevasyonu ve yukarı rotasyonunda görevlidir. Orta trapeziusun primer görevi, horizontal çekiş açısından dolayı skapular eksternal rotasyonun sağlanmasıdır. Alt trapezius ise skapular yukarı rotasyon, posterior tilt ve eksternal rotasyon hareketinde görevlidir (12). Kasın her üç parçası da skapular retraksiyon hareketinde görev alır.

Omuz problemlerinde artmış üst trapezius aktivasyonu ve azalmış orta ve alt trapezius aktivasyonu sık karşılaşılan bir durumdur (13). Bu durum skapulanın yukarı rotasyonunun ve posterior tiltinin azalması ile birlikte anterior tilte gitmesine neden olur ve sıkışma semptomları için zemin hazırlayıcıdır (14). Bu nedenle omuz rehabilitasyonunda temel hedef; aşırı üst trapezius aktivitesine neden olmadan, orta ve alt trapezius aktivasyonunu artırmaktır (6).

Orta trapezius aktivasyonunun yüzüstü kol 90° **(Resim 1a)** ve 135° **(Resim 1b)** abduksiyon ve eksternal rotasyonda iken horizontal abduksiyon egzersizlerinde çok yüksek seviyelerde (% 90-108 MVIC) olduğu bulunmuştur. Bu egzersizlerden sonra yüzüstü pozisyonda, kol gövde yanında yapılan skapular retraksiyon *(rowing)* egzersizi de çok yüksek seviyelerde (%60-80 MVIC) orta trapezius aktivasyonu oluşturmaktadır (15-17). Ancak bu egzersizler sırasında üst trapezius aktivasyonunun da (% 63-112 MVIC) yüksek olduğu görülmüştür. Bu nedenle, aşırı üst trapez aktivitesine neden olmamak için rehabilitasyonun erken dönemlerinde tercih edilmemelidir.

Alt trapez aktivasyonu yüzüstü pozisyonda kol yaklaşık 135° abduksiyonda, alt trapezius kas

Resim 1a

Resim 1b

liflerine paralel şekilde yapılan **(Resim 1b)** skapular retraksiyon egzersizinde çok yüksek (%97 MVIC) olarak bulunmuştur (15). Aynı zamanda yüzüstü kol 90° abduksiyonda yapılan eksternal rotasyon egzersizi ve yüzüstü kol 90° abduksiyonda yapılan horizontal abduksiyon egzersizi **(Resim 1a)** de çok yüksek düzeylerde (%63-79) alt trapezius EMG aktivasyonu göstermiştir (15,16). Alt trapezius aktivasyonun yüksek seviyelerde (%68-79 MVIC) olduğu bir diğer egzersiz 120° üzerinde yapılan omuz abduksiyonu veya skapular düzlemde elevasyondur (18-20). Bu egzersizler sırasında yüksek alt trapezius aktivasyonunun oluşmasının nedeni; omuz elevasyonunun yüksek açılarında skapular eksternal rotasyon ve posterior tilt gerekmesi ve bunu sağlayan temel kasın alt trapezius olmasıdır (21).

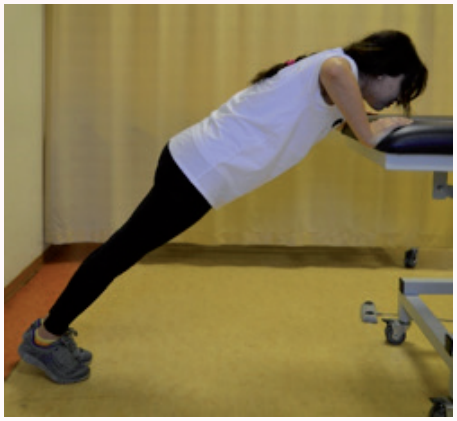
Rehabilitasyonda bir diğer önemli nokta kas imbalansıdır. Egzersizler sırasında üst trapezius kas aktivasyonunun, orta ve alt trapezius aktivasyonuna göre oranı mümkün olduğunca az tutulmalıdır. Cools ve ark. (6) bu oranın en az olduğu egzersizleri yan yatışta eksternal rotasyon ve kol 90° abduksiyonda yapılan horizontal abduksiyon egzersizi **(Resim 1a)** olarak tespit etmiştir. McCabe ve ark. (22) ise en iyi oranın; kol 0° abduksiyonda, bilateral olarak yapılan eksternal rotasyon egzersizinde olduğunu söylemişlerdir. En iyi oranların skapular retraksiyonla birlikte kol 0° abduksiyonda iken yapılan eksternal rotasyon egzersizlerinde olduğu görülmektedir (23).

Resim 2

3.2. Serratus Anterior

Serratus anterior, skapulanın protraksiyonunda ve kol elevasyonu sırasında üst ve alt trapezius ile birlikte yukarı rotasyonunda görevlidir (12). Literatürde serratus anterior aktivasyonun en fazla olduğu egzersizler; PNF paternleri şeklinde fleksiyon, sırtüstü pozisyonda skapular protaksiyonla birlikte yukarı yumruklama, dinamik sarılma *(dynamic hug)* **(Resim 2),** stabil ve hareketli zeminlerde şınav egzersizleri **(Resim 3a,3b,3c)**, kol

Resim 3a



Resim 3b

Resim 3c

Resim 4a

Resim 4b

90° abduksiyonda internal ve eksternal rotasyon egzersizleri **(Resim 4a, 4b)** (18,19,24,25) olarak bulunmuştur. Özellikle skapular yukarı rotasyonun gerçekleştiği egzersizler yüksek serratus anterior aktivitesi oluşturmaktadır. Kol 90° abduksiyonda yapılan internal ve eksternal rotasyon egzersizleri, rotator kılıf kaslarına yönelik olarak verilmesine rağmen yüksek oranda serratus anterior aktivasyonu oluşturmaktadır. Çünkü; omuzun yüksek açılarında glenohumeral rotasyon yapılırken skapulanın stabilize edilmesi gerekir. Ekstrom ve ark. (18) kolun 120° ve üzerine kaldırıldığı dinamik sarılma egzersizinde daha yüksek oranda serratus aktivasyonu tespit etmişlerdir. Ancak yüksek kol elevasyonu sıkışma semptomları için risk oluşturabilir. Erken dönemde omuz abduksiyonunun az olduğu serratus anterior egzersizleri tercih edilmelidir.

4. ROTATOR KILIF KASLARINDA EMG

Rotator kılıf kaslarının en temel görevlerinden biri humerus başının glenoid fossa içerisinde stabilizasyonudur. Deltoid kasının humerus başına superior yönde uyguladığı kuvvet rotator kılıf tarafından dengelenir (12). Bu kaslarda oluşabilecek yetersizlik, kol elevasyonu sırasında humerus başının superior yönde yer değiştirmesine neden olur (13). Bu durum subakromiyal sıkışma için risk faktörüdür (26). Rehabilitasyonda deltiod ve rotator kılıf dengesinin sağlanması gerekmektedir.

4.1. Supraspinatus

Supraspinatus omuzun abduksiyonunda ve humerus başının glenoid fossa içerisinde stabilize edilmesinde görevlidir (12). Supraspinatus aktivasyonunun skapular planda yapılan omuz abduksiyon egzersizlerinde yüksek olduğu bilinmektedir (8,17,27). Omuz internal rotasyonu ile birlikte skapular planda abduksiyon *(empty can)*, omuz eksternal rotasyonu ile birlikte skapular planda abduksiyon *(full can)* **(Resim 5)** ve

Resim 5

Resim 6

yüzüstü pozisyonda skapular planda abduksiyon **(Resim 1b)** egzersizinin karşılaştırıldığı bir çalışmada her üç egzersiz için de yüksek seviyede supraspinatus aktivasyonu görülmüştür (%62-67 MVIC) (8). Ancak; *empty can* egzersizinde orta deltoid, yüzüstü pozisyonda skapular planda abduksiyon egzersizinde posterior deltoid aktivasyonu yüksek bulunmuştur. Aynı zamanda omuz internal rotasyonu ile birlikte yapılan empty can egzersizinde skapular internal rotasyonun ve anterior tiltin daha fazla olduğu tespit edilmiştir (28). En az deltoid aktivitesi *full can* egzersizinde olduğu için optimal supraspinatus aktivasyonu için bu egzersiz önerilmektedir. Yüzüstü pozisyonda skapular planda abduksiyon egzersizi de supraspinatus aktivasyonu ile birlikte alt trapez aktivasyonu sağladığı için kullanılabilir.

4.2. İnfraspinatus ve Teres Minör

İnfraspinatus ve teres minör kasları omuz eksternal rotasyonu ile birlikte posterior stabilizasyondan sorumludur. İnfraspinatus kasının en fazla eksternal rotasyon torku 0° omuz abduksiyon pozisyonundadır. Abduksiyon açısı arttıkça eksternal rotasyon torku azalır. Teres minör kasının ise tüm açılarda eksternal rotasyon momenti vardır (12). Literatürde infraspinatus ve teres minör kaslarının en fazla aktivasyon gösterdiği egzersizler, yan yatış ve yüz üstü pozisyonlarda yapılan omuz eksternal rotasyon egzersizleri olarak görülmektedir. Reinold ve ark. (29) rehabilitasyonda sık kullanılan eksternal rotasyon egzersizlerinin aktivasyonunu araştırdıkları çalışmalarında, en fazla aktivasyonun yan yatışta yapılan eksternal rotasyon **(Resim 6)** egzersizinde (% 62-67 MVIC) olduğunu bulmuştur. Bu egzersiz sırasında koltuk altına yerleştirilen bir havlu rulonun infraspinatus ve teres minör aktivitesini % 20-25 oranında artırdığını ve tespit etmişlerdir. Bu egzersiz aynı zamanda trapezius kas parçaları arasındaki oranın en iyi olduğu egzersizlerden biridir (6). Skapular planda yapılan eksternal rotasyon (% 53-55 MVIC) ve yüzüstü omuz 90° abduksiyon pozisyonunda yapılan eksternal rotasyon egzersizinde (% 48-50 MVIC) de yüksek eksternal rotator aktivasyonu bulunmuştur.

4.3. Subskapularis

Subskapularis omuz internal rotasyonunda ve anterior stabilizasyonunda görevlidir (12). Omuz abduksiyonunun düşük açılarında subskapularis aktivitesi pektoralis majör, latissimus dorsi, teres majör gibi büyük kas aktivasyonları ile birlikte gerçekleşir. Omuz abduksiyon açısı arttıkça izole subskapularis aktivitesi arttığı görülmüştür (7). 0° omuz abduksiyonunda internal rotasyon **(Resim 7)** , 90° omuz abduksiyonunda internal rotasyon **(Resim 4a)** ve kol tam baş üzeri seviyedeyken yapılan internal rotasyon pozisyonunda subskapularis aktivitesinin karşılaştırıldığı bir çalışmada en fazla aktivasyonun 90° omuz abduksiyonunda internal rotasyonda olduğu (%96.2 MVIC) görülmüştür. 0°'de ise pektoralis majör, latissimus dorsi gibi büyük kas gruplarının aktivasyonu artmıştır (30). 90° omuz abduksiyonundan, diyagonal olarak internal rotasyon yönünde yapılan PNF egzersizi, şınav egzersizleri **(Resim 3a,3b,3c)** ve dinamik sarılma egzersizinin **(Resim 2)** de yüksek subskapularis aktivitesi yaptığı bilinmektedir (7,20).

Resim 7

Tablo 1: Skapulotorasik Kaslar ve Rotator Kılıf için Egzersiz Önerileri

Kas	Egzersizler	Literatür	Açıklama
Orta trapezius	• Yüzüstü kol 90° abduksiyonda yapılan horizontal abduksiyon • Yüzüstü pozisyonda, kol gövde yanında yapılan skapular retraksiyon *(rowing)*	Ekstrom[15] Moseley[1] Escamilla[17]	Yüksek EMG aktivasyonu Alt trapezius için de etkili
Alt trapezius	• Kol yaklaşık 135° abduksiyonda, alt trapezius kas liflerine paralel yapılan skapular retraksiyon • Yüzüstü kol 90° abduksiyonda yapılan eksternal rotasyon • 120° üzerinde skapular düzlemde elevasyon *(full can)* • Yüzüstü kol 90° abduksiyonda yapılan horizontal abduksiyon • Bilateral eksternal rotasyon	Ekstrom[15] Moseley[1] Myers[2] Cools McCabe[22] Escamilla[17]	Yüksek EMG aktivasyonu Orta trapez aktivasyonu için de etkili Üst/alt trapez kas aktivasyon oranı az
Serratus anterior	• Dinamik sarılma *(dynamic hug)* • Şınav egzersizleri *(push up)* • Kol 120° üzerinde skapular yumruklama *(scapular punch)*	Moseley[1] Ekstrom[15] Myers[2] Escamilla[17]	Yüksek EMG aktivasyonu Subskapularis aktivitesi için de etkili
Supraspinatus	• Full can • Yüzüstü pozisyonda full can	Takeda[27] Dun[8] Escamilla[17]	Deltoid aktivitesi en az Alt trapezius aktivasyonu için de etkili
İnfraspinatus-Teres minör	• Yan yatışta eksternal rotasyon (havlu kullanarak) • Yüzüstü kol 90° abduksiyonda yapılan eksternal rotasyon	Reinold[2] Escamilla[17]	Yüksek EMG aktivasyonu Alt trapezius aktivasyonu için de etkili
Subskapularis	• 90° omuz abduksiyonunda internal rotasyon • Şınav egzersizleri *(push up)*	Decker[7] Myers[2] Escamilla[17]	Fonksiyonel pozisyon Serratus anterior aktivitesi fazla

5. SONUÇ

Klinikte sıklıkla kullanılan egzersizler sırasında oluşan izole kas aktivasyonlarını bilmek, omuzla ilgili yaralanmaların önlenmesi ve tedavisinde etkili egzersiz programlarının oluşturulması açısından önem taşır. Trapezius ve serratus anterior gibi skapulotorasik bölge kaslarının daha çok skapular yukarı rotasyon, eksternal rotasyon ve posterior tilt içeren egzersizler sırasında yüksek aktivasyon gösterdiği görülmektedir. Bu kasların aktivasyonunda, üst trapezius ile olan oranın minimal tutulması önemlidir. Rotator kılıf için seçilecek olan egzersizlerde ise deltoid ile olan dengeye dikkat etmek gerekir. Rotator kaslar, omuz abduksiyonunun düşük açılarında aktive olmakla birlikte, büyük açılarda yapılan egzersizler sırasında da humerus başı stabilizasyonunu sağlamak için yüksek aktivasyon gösterirler. Rehabilitasyonun ilerleme süreci biyomekanik prensiplere göre oluşabilecek kas aktivasyonları göz önünde bulundurularak belirlenmelidir.

Tablo 1'de skapulotorasik bölge ve rotator kılıf kaslarına yönelik egzersiz önerileri verilmiştir.

6. TEŞEKKÜR

Seminer konumun belirlenmesinde ve hazırlık sürecinde tecrübeleri ile yol gösterici olan danışman hocam sayın Doç. Dr. İrem DÜZGÜN'e ve egzersiz resimlerinin hazırlanmasında destek olan sayın Uzm. Fzt. Leyla ERASLAN'a teşekkür ederim.

7. KAYNAKLAR

1 Hung, C.-J., Jan, M.-H., Lin, Y.-F., Wang, T.-Q.,Lin, J.-J. (2010) Scapular kinematics and impairment features for classifying patients with subacromial impingement syndrome. *Manual therapy*, 15 (6), 547-551.

2 McClure, P.W., Michener, L.A.,Karduna, A.R. (2006) Shoulder function and 3-dimensional scapular kinematics in people with and without shoulder impingement syndrome. *Phys Ther*, 86 (8), 1075-1090.

3 Ellenbecker, T.S.,Cools, A. (2010) Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: an evidence-based review. *British journal of sports medicine*, 44 (5), 319-327.
4 Donatelli, R. (2004). Physical Therapy of the Shoulder: Churchill Livingstone.
5 Disselhorst-Klug, C., Schmitz-Rode, T.,Rau, G. (2009) Surface electromyography and muscle force: limits in sEMG–force relationship and new approaches for applications. *Clinical biomechanics*, 24 (3), 225-235.
6 Cools, A.M., Dewitte, V., Lanszweert, F., Notebaert, D., Roets, A., Soetens, B. ve diğerleri. (2007) Rehabilitation of scapular muscle balance which exercises to prescribe? *The American journal of sports medicine*, 35 (10), 1744-1751.
7 Decker, M.J., Tokish, J.M., Ellis, H.B., Torry, M.R.,Hawkins, R.J. (2003) Subscapularis muscle activity during selected rehabilitation exercises. *The American journal of sports medicine*, 31 (1), 126-134.
8 Dun, S., Barrentine, S.W., Ellerbusch, M.T.,Andrews, J.R. (2007) Electromyographic analysis of the supraspinatus and deltoid muscles during 3 common rehabilitation exercises. *Journal of athletic training*, 42 (4), 464.
9 Reinold, M.M., Escamilla, R.,Wilk, K.E. (2009) Current concepts in the scientific and clinical rationale behind exercises for glenohumeral and scapulothoracic musculature. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 39 (2), 105-117.
10 Konrad, P. (2005) The abc of emg. *A practical introduction to kinesiological electromyography*, 1, 30-35.
11 DiGiovine, N.M., Jobe, F.W., Pink, M.,Perry, J. (1992) An electromyographic analysis of the upper extremity in pitching. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 1 (1), 15-25.
12 Lippert, L.S. (2011). Clinical Kinesiology and Anatomy: F. A. Davis Company.
13 Phadke, V., Camargo, P.,Ludewig, P. (2009) Scapular and rotator cuff muscle activity during arm elevation: a review of normal function and alterations with shoulder impingement. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 13 (1), 1-9.
14 Chester, R., Smith, T.O., Hooper, L.,Dixon, J. (2010) The impact of subacromial impingement syndrome on muscle activity patterns of the shoulder complex: a systematic review of electromyographic studies. *BMC Musculoskelet Disord*, 11, 45.
15 Ekstrom, R.A., Donatelli, R.A.,Soderberg, G.L. (2003) Surface electromyographic analysis of exercises for the trapezius and serratus anterior muscles. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 33 (5), 247-258.
16 Moseley, J.B., Jobe, F.W., Pink, M., Perry, J.,Tibone, J. (1992) EMG analysis of the scapular muscles during a shoulder rehabilitation program. *The American Journal of Sports Medicine*, 20 (2), 128-134.
17 Escamilla, R.F., Yamashiro, K., Paulos, L.,Andrews, J.R. (2009) Shoulder muscle activity and function in common shoulder rehabilitation exercises. *Sports Med*, 39 (8), 663-685.
18 Ekstrom, R.A., Donatelli, R.A.,Soderberg, G.L. (2003) Surface electromyographic analysis of exercises for the trapezius and serratus anterior muscles. *J Orthop Sports Phys Ther*, 33 (5), 247-258.
19 Moseley, J.B., Jr., Jobe, F.W., Pink, M., Perry, J.,Tibone, J. (1992) EMG analysis of the scapular muscles during a shoulder rehabilitation program. *Am J Sports Med*, 20 (2), 128-134.
20 Myers, J.B., Pasquale, M.R., Laudner, K.G.,Sell, T.C. (2005) On-the-field resistance-tubing exercises for throwers: an electromyographic analysis. *Journal of athletic training*, 40 (1), 15.
21 Ludewig, P.M., Cook, T.M.,Nawoczenski, D.A. (1996) Three-dimensional scapular orientation and muscle activity at selected positions of humeral elevation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 24 (2), 57-65.
22 McCabe, R.A., Orishimo, K.F., McHugh, M.P.,Nicholas, S.J. (2007) Surface electromygraphic analysis of the lower trapezius muscle during exercises performed below ninety degrees of shoulder elevation in healthy subjects. *North American journal of sports physical therapy: NAJSPT*, 2 (1), 34.
23 Moeller, C.R., Bliven, K.C.H.,Valier, A.R.S. (2014) Scapular muscle-activation ratios in patients with shoulder injuries during functional shoulder exercises. *Journal of athletic training*, 49 (3), 345.
24 Decker, M.J., Hintermeister, R.A., Faber, K.J.,Hawkins, R.J. (1999) Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *The American journal of sports medicine*, 27 (6), 784-791.
25 Ludewig, P.M., Hoff, M.S., Osowski, E.E., Meschke, S.A.,Rundquist, P.J. (2004) Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercises. *The American journal of sports medicine*, 32 (2), 484-493.
26 Michener, L.A., McClure, P.W.,Karduna, A.R. (2003) Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. *Clinical biomechanics*, 18 (5), 369-379.
27 Takeda, Y., Kashiwaguchi, S., Endo, K., Matsuura, T.,Sasa, T. (2002) The most effective exercise for strengthening the supraspinatus muscle evaluation by magnetic resonance imaging. *The American journal of sports medicine*, 30 (3), 374-381.
28 Thigpen, C.A., Padua, D.A., Morgan, N., Kreps, C.,Karas, S.G. (2006) Scapular kinematics during supraspinatus rehabilitation exercise a comparison of full-can versus empty-can techniques. *The American journal of sports medicine*, 34 (4), 644-652.
29 Reinold, M.M., Wilk, K.E., Fleisig, G.S., Zheng, N., Barrentine, S.W., Chmielewski, T. ve diğerleri. (2004) Electromyographic analysis of the rotator cuff and deltoid musculature during common shoulder external rotation exercises. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 34 (7), 385-394.
30 Suenaga, N., Minami, A.,Fujisawa, H. (2003) Electromyographic analysis of internal rotational motion of the shoulder in various arm positions. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 12 (5), 501-505.

Erişkin Kas Hastalıklarında Fiziksel Aktivite

Uzm Fzt Fatma AYVAT
Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
E-mail: fatma.avcu@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Fiziksel aktivite, sağlıklı bireylerde birçok kronik hastalığın önlenmesi ve sağlığın geliştirilebilmesi için çok önemli bir faktördür. Fiziksel aktivite düzeyinin belirlenmesi amacıyla birçok farklı değerlendirme yöntemi kullanılmaktadır. Bu değerlendirmeler sonucunda toplumların fiziksel aktiviteye katılımını engelleyen faktörler belirlenmekte ve fiziksel aktiviteye katılımın artırılması amacıyla çalışmalar yapılmaktadır. Erişkin kas hastalarında fiziksel aktivite düzeyinin araştırılması, sağlıklı bireylerde araştırılmasından daha fazla önem taşımaktadır. Bunun sebebi, erişkin kas hastalarında fiziksel inaktiviteye bağlı olarak gelişebilecek ikincil semptomların, hastalık şiddetini artırabilecek olmasıdır. Bu nedenle, erişkin kas hastalarında fiziksel aktivite düzeyini korumak ve hastanın durumuna uygun olarak artırmaya çalışmak çok önemlidir. Erişkin kas hastalarında fiziksel aktivite hakkında düzenlemeler yapabilmek için, sağlıklı bireylerde gözlenen fiziksel aktiviteye katılımı engelleyen faktörlerin yanısıra, hastalığa özgü olan birçok faktörün fiziksel inaktiviteye sebep olabileceği unutulmamalı ve fizyoterapistler tarafından bu faktörler üzerinde düzenlemeler yapılmalıdır.

Anahtar kelimeler: Erişkin kas hastalıkları, fiziksel aktivite

ABSTRACT

Physical activity is very important factor in preventing many chronic diseases and improving health status in healthy individuals. Many different evaluation methods are used to determine the level of physical activity. As a result of these evaluations, the factors that prevent the participation of societies in physical activity are identified and studies are being carried out in order to increase participation in physical activity. Investigation of the level of physical activity in adult patients with muscle diseases is more important than investigation in healthy individuals. This is because secondary symptoms that may develop due to physical inactivity in adult patients with muscle diseases may increase the severity of the disease. For this reason, it is very important to maintain the level of physical activity in adult patients with muscle diseases and to try to increase it according to the disease condition of the patient. In order to regulate physical activity in adult patients with muscle diseases, as well as factors that prevent participation in physical activity observed in healthy individuals, it should not be forgotten that many factors that are specific to the disease may cause physical inactivity and physiotherapists should make arrangements on these factors.

Key words: Adult muscle diseases, physical activity

1. GİRİŞ

Fiziksel inaktivite, toplumlar üzerinde büyük bir yük oluşturmaktadır. Sağlıklı bireylerdeki öneminin yanısıra, erişkin kas hastalıkları gibi kronik hastalıklarda hastalığa özgü semptomları artırması riski nedeniyle daha fazla önem taşımaktadır.

Bu derlemede amaç; fiziksel aktiviteye hem sağlıklı bireyler hem de erişkin kas hastaları penceresinden bakarak, fiziksel aktivitenin önemini, farklı değerlendirme yöntemlerini ve her iki popülasyonda da fiziksel aktivite düzeyini etkileyebilecek faktörleri incelemektir.

2. KAS HASTALIKLARI

Kas hastalıkları; kas liflerinin veya ilişkili interstisyel dokuların biyokimyasal ve elektrofizyolojik yapılarını etkileyen, kalıtsal ve edinsel olarak ortaya çıkan bir grup hastalıktır (1). Kas hastalıklarında var olan ilerleyici kas kuvveti kaybı, yorgunluk, ağrı, kontraktürler, solunum problemleri ve egzersiz intoleransı gibi vücut yapı ve fonksiyon bozuklukları, hastaların aktivite ve katılım kısıtlılıkları yaşamalarına neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, kişisel ve çevresel faktörler de kısıtlılıkları artırmaktadır (2).

Özellikle ilerleyici kas kuvveti kaybı, kas hastalarının aktivite ve katılım kısıtlılıklarının altında yatan temel sebeplerden en önemlisidir. Birçok

kas hastalığında, özellikle proksimal kas grupları etkilenmektedir. Üst ekstremite proksimal kaslarının etkilendiği durumlarda hastalar; objeleri kaldırma, raftan bir şey alma, saçlarını yıkama, kazak ya da gömlek giyme, tıraş olma, dişlerini fırçalama gibi günlük yaşam aktivitelerinde zorluk yaşamakta ya da bu aktiviteleri hiç yapamamaktadırlar. Alt ekstremite proksimal kaslarının etkilendiği durumlarda; alçak bir sandalyeden ya da tuvaletten kalkma, yerden bir şey alma, çömelip kalkma ve merdiven çıkma gibi günlük yaşam aktivitelerinde güçlükler karşımıza çıkmaktadır (3). Kas hastalarında distal grup kasların etkilendiği durumlarda ise; eğer etkilenim üst ekstremitede ise kapı açma, kavanoz açma ve giysi düğmelerini ilikleme gibi aktiviteler problem yaratırken; alt ekstremitede ise düşük ayak ve yürüyüş problemleri karşımıza çıkmaktadır (2).

İlerleyici kas zayıflığının birçok aktivite ve katılım kısıtlılığının temeli olmasının yanı sıra; diğer vücut yapı ve işlev bozuklukları da aktivite ve katılım kısıtlılıklarına farklı mekanizmalar ve derecelerde neden olabilmektedir. Erişkin kas hastalarının yorgunluk problemi, hastaların motivasyonlarını azaltarak fiziksel ve kognitif aktivitelere katılımlarını zorlaştırmaktadır (4). Ağrı; özellikle yürüyüş ve ayakta durma sırasında arttığı için, hastalar bu aktivitelerden kaçınma eğiliminde olabilmektedirler. Kontraktürler sebebiyle, hastalar aktivitelerini tam eklem açıklığında gerçekleştirememekte ve günlük yaşamda vücut pozisyonlarının sürdürülmesi ve değiştirilmesi gibi aktivitelerde problem yaşamaktadırlar. Ortopne ve nefes darlığı gibi solunum problemleri ise, hastaların özellikle uzun süreli ve yorucu aktivitelere katılımını kısıtlamaktadır.

3. FİZİKSEL AKTİVİTE

Fiziksel aktivite; iskelet kasları tarafından üretilen ve bazal seviyenin üzerinde enerji tüketimi ile sonuçlanan herhangi bir hareket olarak tanımlanmaktadır (5). Fiziksel aktivite, dinlenme seviyesinin üzerindeki enerji harcamalarında artışa neden olmaktadır ve enerji harcamasının oranı, direkt olarak fiziksel aktivitenin yoğunluğu ile ilişkilidir. Günlük toplam enerji harcaması, 3 temel bileşenden oluşmaktadır:

- İstirahat enerji harcaması : Bazal metabolizma ve uyku koşullarındaki hayati fonksiyonların devam ettirilebilmesi için gerekli olan enerjidir. (Toplam enerji harcamasının %60-75'i)
- Fiziksel aktiviteyle ilgili enerji harcaması : İstirahat koşullarının üzerindeki hareketlerin gerçekleştirilebilmesi için gereken enerjidir. (Toplam enerji harcamasının %15-30'u)
- Besinlerin termik etkisi : Gıdaların sindirimi ve çökmesi için gereken enerjidir. (Toplam enerji harcamasının %10'u) (6).

3.1. Fiziksel Aktivitenin Önemi

Fiziksel aktivitenin artırılması, sağlığın geliştirilmesi ve birçok hastalığın önlenmesinde çok önemli bir faktördür. 1992 yılında Amerikan Kalp Derneği'nin koroner arter hastalığının temel sebebinin fiziksel inaktivite olduğunu açıklaması üzerine, fiziksel inaktivite ve sağlık arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalarda artış meydana gelmiştir (7). En son yayınlanan raporda ise, dünya çapında fiziksel inaktivite; ölümlerin 4. temel nedeni ve yaklaşık olarak sigara kadar kronik hastalıklara sebep olan bir faktör olarak gösterilmiştir (8). Fiziksel inaktivite; kalp hastalıkları, diyabet, hipertansiyon, obezite, osteoporoz, depresyon, meme kanseri ve kolorektal kanser gibi birçok kronik hastalık ve durumla yakından ilişkilidir (8,9). Tüm bu hastalıklara bağlı olarak kişilerin yaşam kalitelerinin bozulmasının toplumlar üzerinde büyük bir yük oluşturmasının yanı sıra, sağlık harcamalarının artması da ülkelerin sağlık sistemlerinde büyük bir yük oluşturmaktadır (10).

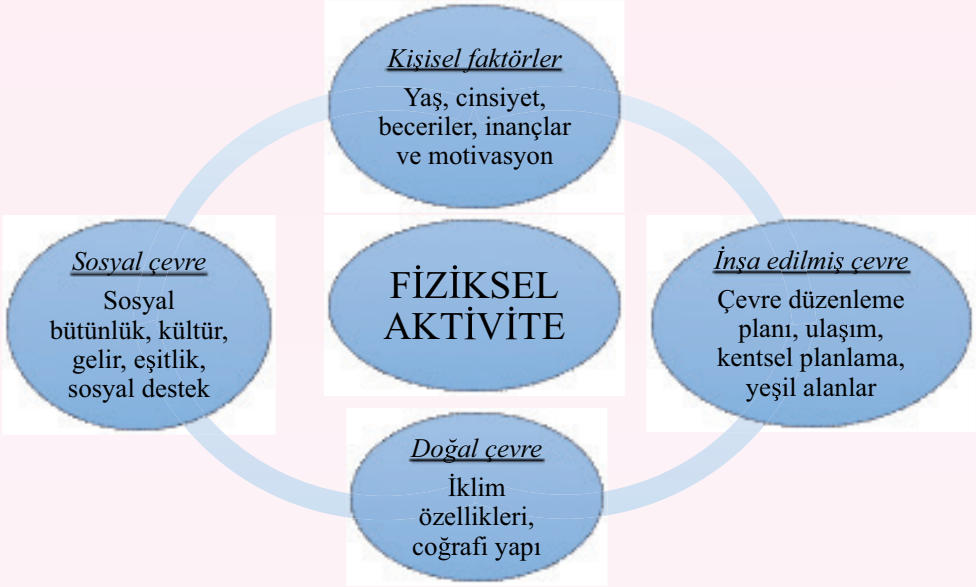
Toplumlar üzerinde fiziksel inaktivitenin yükü; beslenme alışkanlıklarının değişmesi ve teknolojinin hızla gelişimiyle birlikte daha sedanter bir yaşam tarzının benimsenmesi gibi bir çok farklı nedenlerle zaman geçtikçe daha da artmaktadır (11). Bu nedenle fiziksel aktiviteyi artırabilmek için, çok farklı stratejiler üzerinde çalışılmaktadır (9).

3.2. Sağlıklı Bireylerde Fiziksel Aktiviteyi Etkileyen Faktörler

Son yıllarda bireylerin ve toplumların daha aktif olabilmelerini sağlamak amacıyla, fiziksel aktiviteyi etkileyen faktörleri sınıflandırmak ve kavramak, çok daha önemli bir konu haline gelmiştir. Şekil 1'de sağlıklı bireylerde fiziksel aktiviteyi etkileyen faktörler, çevresel ve kişisel faktörler olmak üzere kavramsal bir model çerçevesinde sunulmaktadır (12).

3.3. Fiziksel Aktivitenin Değerlendirilmesi

Fiziksel aktivitenin doğru bir şekilde değerlendirilmesi, fiziksel aktivite ve sağlık arasındaki ilişkiyi anlayabilmek ve buna yönelik müdahalelerde bulunabilmek açısından son derece önemlidir (13). Fiziksel aktivite çok boyutlu bir davranış ol-



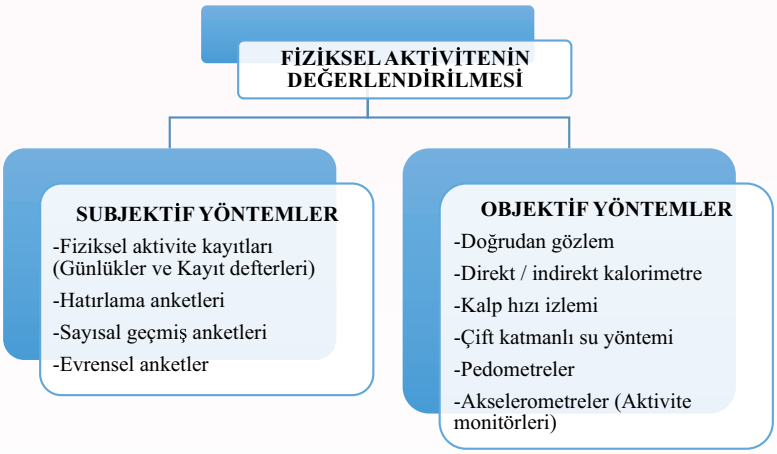
Şekil 1. Sağlıklı bireylerde fiziksel aktivite düzeyini etkileyen faktörler (12)

duğu için; tek bir değerlendirme yöntemi, fiziksel aktiviteyi tüm boyutlarıyla yansıtma açısından yetersiz olmaktadır. Evrensel bir boyutta, geçerli ve güvenilir bir şekilde fiziksel aktiviteyi değerlendirilebilmek için, birçok değerlendirme yöntemi bir arada kullanılmalıdır. Farklı yöntemlerin birlikte kullanılması, aynı zamanda farklı teknikler arasındaki ilişkilerin anlaşılmasına da katkıda bulunmaktadır (14). En sık kullanılan fiziksel aktivite değerlendirme sınıflandırması, Şekil 2'de gösterilmiştir (15):

A. Subjektif Yöntemler

Subjektif değerlendirme yöntemleri; farklı şekillerde (yüz yüze röportaj, telefonda röportaj, e-posta ya da kendi kendine yazma) uygulanabilen, farklı aktivitelerin belirli zaman aralıklarında tip, yoğunluk, frekans ve süre gibi parametrelerini sorgulayan ve farklı puanlama sistemleri bulunan yöntemlerdir (16). Genellikle fiziksel aktivitenin geniş çaplı popülasyonlarda değerlendirilmesini sağlayan epidemiyolojik çalışmalarda kullanılmaktadır. Bunun sebebi; kişilerin bu değerlendirmeleri kendi kendilerine kolaylıkla uygulayabilmeleri, yöntemlerin genellikle ucuz olması ve katılımcıların üzerindeki yükü azaltmasıdır (17).

Bu yöntemlerin en önemli avantajı, kişilerin var olan fiziksel aktivite parametrelerini etkilememeleridir (18). Ancak bu yöntemler kişilerin hafızasına dayalı olduğu için; kişiler aktivitelerini yanlış aktarma eğiliminde olabilirler, soruları yanlış anlayabilirler ve fiziksel aktivite şiddetlerini tam olarak hatırlamakta zorluk yaşayabilirler. Özellikle yaşlı ve çocuk popülasyonlarında bu dezavantajlar, daha çok karşımıza çıkmaktadır (19).



Şekil 2. Fiziksel aktivite değerlendirme yöntemleri (15)

a) Fiziksel Aktivite Kayıtları (Günlükler ve Kayıt Defterleri)

Fiziksel aktivite kayıtları, fiziksel aktivite parametreleri hakkında ayrıntılı bilgi sağlamaktadır. Fiziksel aktivitenin hangi tipte (yürüme, televizyon izleme), hangi amaçla (fiziksel aktivite, egzersiz, iş veya ulaşım), hangi şiddette (düşük, orta, şiddetli), ne kadar süre ile (kaç dakika ya da saat), hangi sıklıkta ve hangi vücut pozisyonlarında (otururken, ayakta ya da yürürken) yapıldığı katılımcı tarafından kayıt edilmektedir (20).

Yöntemin en önemli avantajı, günlük yaşamdaki aktivitelerin ayrıntılı bir şekilde ve birçok farklı açıdan incelenmesine fırsat tanıması ve geçmiş aktiviteleri hatırlama zorluğunu ortadan kaldırması iken (21) ; dezavantajı ise, kişilerin kayıtları doğru tutabilmek için aşırı çaba sarf etmesi, bu nedenle kooperasyon ve motivasyonlarının en üst düzeyde olması gerekliliğidir.

b) Hatırlama Anketleri

Hatırlama anketleri, yoğunluğuna ve alanına göre sınıflandırılmış fiziksel aktivitenin hızlı ve kolay bir şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bu anketler, genellikle 7-12 maddeden oluşmaktadır ve kişi tek başına ya da bir danışman aracılığıyla doldurabilmektedir. Fiziksel aktivite puanı, aktivitenin şiddeti ve süresi dikkate alınarak hesaplanmaktadır (15). Hatırlama anketleri; diğer subjektif yöntemlerle benzer olmakla beraber, özellikle tanımlayıcı epidemiyolojik çalışmalarda popülasyonların fiziksel aktivite modellerini daha ayrıntılı bir şekilde analiz edebilmektedir (22). Ancak; hatırlanması gereken zamanın uzunluğu ve kişilerin aktivitelerinin karmaşık ya da düzenli olması, bu anketlerin güvenilirlik düzeyini değiştirebilmektedir (14).

c) Sayısal Geçmiş Anketleri

Sayısal geçmiş anketleri; geçen bir ay, bir yıl ya da tüm hayat boyunca yapılan fiziksel aktiviteleri yansıtan detaylı anketlerdir. Genellikle 20-60 sorudan oluşmaktadır ve bir danışman aracılığıyla doldurulmaktadırlar. Bu anketler, hangi tip aktivitelerin ölüme sebep olduğunu ya da hastalık riskini arttırdığını anlamak ve bunun sonucunda sağlığı geliştirmek için yapılması gereken müdahalelere karar vermek için gerçekleştirilen epidemiyolojik çalışmalarda sıklıkla kullanılmaktadır (23-25). Sayısal geçmiş anketlerinin dezavantajı; verilerin doğru bir şekilde işlenmesinin zorluğu ve uygulama için gereken maliyetin çok fazla olmasıdır. Ayrıca geçmişte yapılan faaliyetleri ayrıntılı olarak hatırlamak, katılımcılar için çok büyük bir kognitif yük oluşturmaktadır (26).

d) Evrensel Anketler

Evrensel anketler, fiziksel aktivitenin hızlı bir şekilde değerlendirilmesini sağlayan anketlerdir. Genellikle, 2 ya da 4 maddeden oluşmakta ve fiziksel aktivite modellerini aktif / aktif değil ya da düşük aktivite / orta düzey aktivite / şiddetli aktivite olarak sınıflandırmaktadır. Bu anketler, kısa ve kendi kendine uygulanabilir olması açısından birçok klinik çalışmada ve epidemiyolojik çalışmada kullanılmaktadır (15). Ancak; fiziksel aktivitenin tipi ve şiddeti hakkında bilgi vermemektedir (16).

B. Objektif Yöntemler

Objektif yöntemler, belirli bir popülasyonun fiziksel aktivite davranışlarını inceleme prensibine dayanmaktadır. Bu yöntemlerde birçok farklı cihaz ve sistem kullanılmakta; böylece günlük yaşamlarına devam eden kişilerin fiziksel aktivite davranışları, farklı kategoriler altında ayrıntılı olarak sınıflandırılabilmekte ve analiz edilebilmektedir (16).

Avantajları, fiziksel aktivitenin tipini ve süresini sayısal olarak analiz edebilmesidir. Fiziksel aktivitenin farklı parametreleriyle ilgili çok fazla veri sağladığından, son zamanlarda fiziksel aktivite üzerindeki fiziksel ve sosyal çevrenin etkisini inceleyen kognitif davranışsal yaklaşımların oluşturulmasında da ön plana çıkmaktadır (27). Dezavantajları ise; verilerin kaydedilmesi ve analizi açısından eğitimli kişilere ihtiyaç duyulması, kişilerin değerlendirildiklerini bildikleri için günlük fiziksel aktivitelerini değiştirmeye çalışabilecekleri, kısa süreli uygulandığında günlük aktiviteleri yansıtmayacağı ve maliyetinin subjektif yöntemlere göre yüksek olmasıdır (16).

a) Doğrudan Gözlem

Doğrudan gözlem, deneyimli bir gözlemci tarafından fiziksel aktiviteyi gerçekleştiren kişinin doğrudan izlenerek ya da video kayıtlarına bakılarak incelenmesi ve kayıt edilmesi prensibine dayanır. Bu yöntem; önemli bağlamsal bilgiler üretmek için kullanılır, böylelikle fiziksel aktivitenin tipi, zamanı ve yapıldığı yer belirlenmiş olur. Doğrudan gözlem yöntemi, yetişkinlerden daha çok çocuklarda kullanılır. En sık kullanılan gözlemsel yaklaşımlar; küçük zaman dilimlerinin kullanılması, hareketin yoğunluğu, fiziksel aktivitenin tipi ya da alanı ve fiziksel aktivitenin gerçekleştiği yerdir (28).

b) Direkt Kalorimetre

Enerji harcaması ölçümünü en hassas şekilde gerçekleştiren yöntemdir. Bu yöntemde; kişi çalışma esnasında kapalı bir bölmede durur ve kalori harcaması, ürettiği ısı sayesinde ölçülür. (1 kilokalori enerji, suyun sıcaklığının 1 santigrat derecelik artışına eşittir.) Direkt kalorimetrenin dezavantajı, var olan günlük aktiviteleri kısıtlamasıdır. Ancak; diğer fiziksel aktivite değerlendirme yöntemlerinin geçerliliğini ölçebilmek için kullanılan son derece hassas ve kesin bir yöntemdir (14).

c) İndirekt Kalorimetre

İndirekt kalorimetre, genel olarak kişinin nefes aldığı bir odada kurulan açık devre sistemi yardı-

mıyla bilinen konsantrasyonda gazların karışımını ve solunan oksijen-karbondioksit miktarlarını analiz eden bir yöntemdir (29). İndirekt kalorimetre, farklı şartlar altında enerji harcamasını ölçebilmektedir. Ancak; geniş toplumlarda kullanımı oldukça pahalı olduğundan, epidemiyolojik çalışmalar için elverişli olmayan bir yöntemdir. Ayrıca; direkt kalorimetre yöntemine göre daha pratik olmasına rağmen, bu yöntem de günlük fiziksel aktivite parametrelerini değiştirmektedir (16).

d) Çift Katmanlı Su Yöntemi

Bireylerin toplam enerji harcamalarını 1-3 haftalık süre boyunca ölçen bir yöntemdir. Bu yöntem, insanlarda ilk olarak 1980'lerin başlarında kullanılmış ve enerji harcaması terimini anlamamıza katkıda bulunmuştur (30). Günlük toplam enerji harcamasını, oksijen ve hidrojen izotoplarını kullanarak hesaplamaktadır. Stabil ve radyoaktif olmayan bu izotopların bilinen miktarları, su ile birlikte vücuda alınır. İzotoplar, vücudun içinde su ile beraber dağılır. Etiketlenmiş hidrojen vücuttan su olarak atılırken; etiketlenmiş oksijen izotopları vücuttan hem su hem de karbondioksit olarak atılır. Bu izotoplar arasındaki eleme oranı farkı, değerlendirme süresi boyunca olan eleme farkını yansıtır (31).

Çift katmanlı su yöntemi; günlük yaşam aktiviteleri sırasında enerji harcamasını değerlendirmek için çok hassas bir yöntem olmasına rağmen, oldukça pahalı bir yöntemdir ve farklı fiziksel aktivite tiplerini, içeriklerini ve sıklıklarını ayırt edememektedir (32).

e) Kalp Hızı İzlemi

Veri işlenmesinin oldukça zor olduğu bu sistem, kalp atışı izlemini her yaş grubunda çok az bir kesinti ve günlük yaşamda minimal kısıtlanma ile doğru verebilen bir sistemdir. Kalp hızı izlemi yöntemi; fiziksel aktivitenin sıklığı, süresi ve hızı hakkında bilgi verirken, fiziksel aktivitenin tipi hakkında bilgi vermemektedir. Kullanan kişileri, fiziksel aktivitelerinin artması yönünde motive edebilen bir sistemdir (14).

f) Pedometreler

Pedometreler, adım sayısını hesaplayan basit cihazlardır. Her adımda, bacağın aşağı ve yukarı hareketlerini hesaplayabilen bir mekanizmaya sahiptirler. Pedometreler, özellikle son yıllarda çocukların ve gençlerin günlük yaşamdaki adım sayılarını öğrenmek ve bu veriler sayesinde fiziksel aktivite rehberleri hazırlamak amacıyla kullanılmaktadır (33).

Aktivite seviyesi	Günlük adım sayısı
Sedanter	<5000
Düşük aktivite	5000-7499
Orta düzey	7500-9999
Aktif	10000-12499
Yüksek düzeyde aktif	>12500

En büyük avantajı; kullanımının kolay ve maliyetinin az olmasıdır. Bunun yanı sıra pedometreler motivasyonu artırarak, fiziksel aktivite düzeyini artırabilecek cihazlardır. Yapılan çalışmalarda, pedometrelerin günlük adım sayısını ortalama 2000-2500 adım arttırma konusunda etkili olduğu gösterilmiştir (34).

Pedometreler; akselerometrelerden farklı olarak fiziksel aktivitenin şiddeti, sıklığı ve süresi hakkında bilgi vermemektedirler. Ayrıca; kişiler çok yavaş yürüdüklerinde (dakikada 60 adımdan az), daha çok üst ekstremite hareketlerini içeren aktiviteler yaptıklarında, vücut yağ oranları fazla olduğunda ve yürüyüş anomalilerine sahip olduklarında pedometrelerin ölçüm güvenilirlikleri azalmaktadır (33).

g) Akselerometreler (Aktivite Monitörleri)

Akselerometreler (aktivite monitörleri); vücudun hareket esnasındaki akselerasyonlarının değerlendirilmesini ve belirli bir zaman içerisinde fiziksel hareketlerin şiddetini, frekansını ve süresini öğrenmemizi sağlayan cihazlardır. Bu cihazlar; tek düzlemde hareketleri ölçebilecekleri gibi (genellikle vertikal düzlem), 2 düzlemde (vertikal-mediolateral ya da vertikal-anteroposterior) ya da 3 düzlemde (vertikal-mediolateral-anteroposterior) hareketi ölçebilmektedirler (35). Genellikle küçük bir kasa içinde kapalı olarak dizayn edilmişlerdir ve bir bant (kemer) yardımıyla vücudun farklı yerlerine (kalça, sırt, el bileği, kol, ayak bileği gibi) sabitlenebilmektedir.

2008 yılında Amerika Federal Hükümeti tarafından yayınlanan fiziksel aktivite rehberinde, haftalık en az 150 dakika orta şiddetli fiziksel aktivite ve 75 dakika çok şiddetli fiziksel aktivite yapmak gerektiği vurgulanmıştır. Ancak, hafif şiddetli fiziksel aktivite süresi hakkında hiçbir bilgi verilmemiştir (36). Bunun sebebi, yapılan epidemiyolojik çalışmalarda anketlerin kullanılmış olması ve anketlerin orta ve şiddetli fiziksel aktiviteleri ölçme konusunda hafif şiddetli aktivitelere göre daha geçerli ve güvenilir olmasıdır (37). Akselerometreler; hafif şiddetli fiziksel aktiviteleri ve sedanter davranışları objektif olarak ölçebildikleri ve teknolojinin gelişmesiyle beraber daha kullanışlı ve uygun fiyatlı cihazlar haline geldikleri için, epidemiyolojik çalışmalarda kul-

lanılmaya başlanmıştır. Böylelikle hafif şiddetli fiziksel aktivitelerin önemi anlaşılmış ve sedanter aktivitenin birçok kronik hastalığın en önemli göstergesi olduğu gösterilmiştir (38).

3.4. Nörolojik Hastalıklarda Fiziksel Aktivite Düzeyini Etkileyen Faktörler

Yapılan çalışmalar, nörolojik hastalıklar nedeniyle aktivite ve katılım kısıtlılığına sahip olan bireylerin boş zaman aktivitelerine katılım oranlarının azalmış olduğunu göstermektedir (39-41). "Healthy People 2010"da yayımlanan rapora göre, sağlıklı bireylerin hiçbir boş zaman aktivitesine katılmama oranı %36, fiziksel engele sahip bireylerin katılmama oranı ise %56'dır. Nörolojik hastalarda fiziksel aktiviteye katılım düzeyi; hastalığın var olan problemleri ve buna eklenen aktivite ve katılım kısıtlılıkları sonucu çok fazla derecede etkilenmektedir. Çalışmalar, fiziksel aktiviteye katılımın sağlıklı kişiler arasında çok önemli olmasının yanı sıra, nörolojik hastalıklara sahip bireylerde; hastalığa ek ciddi sağlık problemlerinin gelişmesi riski olduğundan çok daha önemli olduğunu göstermektedir (42).

"The American College of Sports Medicine"ın önerilerine göre, sağlıklı yetişkinlerde sağlığı korumak ve geliştirmek için orta şiddetli fiziksel aktivitenin haftanın 5 günü 30 dakika, şiddetli fiziksel aktivitenin haftanın 3 günü 20 dakika yapılması gerekmektedir (43). Bu öneriler, nörolojik hastalıklara sahip olan bireyler için uygun olmayacaktır. Nörolojik hastaların düşük fiziksel uygunlukları sebebiyle; bu şiddetteki aktiviteler, aşırı yüklenmelere neden olabilmektedir.

Rimmer ve arkadaşları; farklı nedenlerle aktivite ve katılım kısıtlılığı yaşayan bireylerin şikayetlerini azaltma ve sağlıklarını koruma amacıyla bir yaklaşım önermektedirler (44). Bu yaklaşım; Parkinson hastalığı, Multiple Skleroz (MS) ve diğer kronik ilerleyici hastalıklara sahip bireylerde fizik tedavi aşamalarında değişiklik yapılması gerektiğini vurgulamaktadır. Fonksiyonları iyileştirme ve hastalığa bağlı komplikasyonları azaltma gibi üçüncü derece koruma yaklaşımlarından uzaklaşmayı; bunun yerine, hastalığın erken dönemlerinde ve önemli hastalıklar ortaya çıkmadan önce uygulanan tedavi yöntemlerini içeren ikincil koruma yaklaşımlarına yönelmeyi benimsemektedir. İkincil koruma yaklaşımları, hastalığın seyri boyunca uygulanan devamlı egzersiz ve fiziksel aktiviteyi vurgulayan kanıta dayalı davranışsal değişiklik müdahalelerini içermektedir (45). Nörolojik hastaların fiziksel aktiviteye katılımını kolaylaştırıcı ve zorlaştırıcı etkenleri analiz etmek, katılımı artırabilmek için gerekli olan müdahalelerin daha kolay planlanmasını sağlayacaktır.

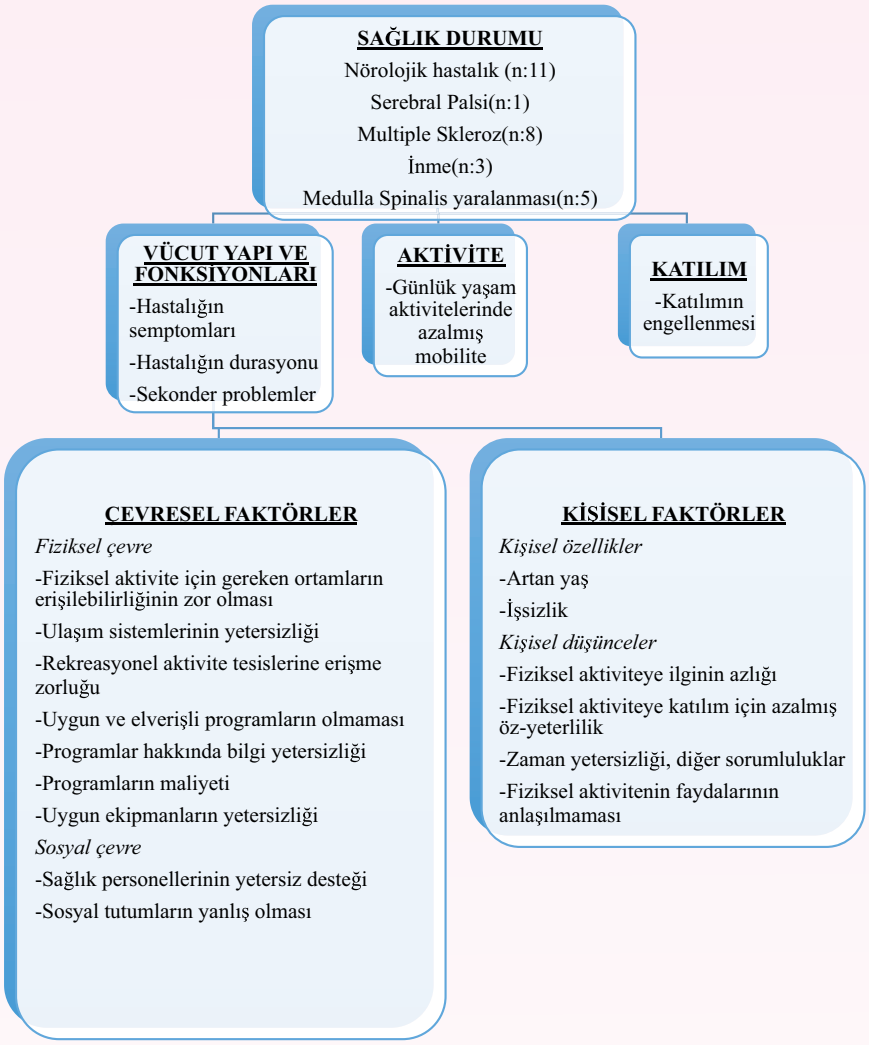
Fiziksel engele sahip bireylerin fiziksel aktiviteye katılımını kolaylaştırıcı ya da zorlaştırıcı olabilecek faktörler, toplam 10 başlık altında toplamıştır:

1) Fiziksel aktivitenin yapılacağı inşa edilmiş ve doğal çevre
2) Fiziksel aktivitenin maliyeti
3) Fiziksel aktivite için gerekli ekipmanlar
4) Fiziksel aktiviteye katılımı artırmak için var olan kurallar, yönetmelikler ve kanunlar
5) Fiziksel aktiviteyle ilgili bilgi alınabilecek kişiler ve kurumlar
6) Kişilerin psikolojik durumları
7) Kişilerin eğitim durumları
8) Kişilerin ve sosyal çevrelerinin fiziksel aktiviteye bakış açısı
9) Hükümetlerin sağlık politikaları
10) Fiziksel aktiviteye katılım için var olan kaynakların kullanılabilirliği

Örneğin; bir çevrede tekerlekli sandalye kullanımının kısıtlı olması, asansör olmaması gibi faktörler nörolojik hastaların fiziksel aktiviteye katılımı kısıtlarken; tekerlekli sandalyenin rahat kullanılabilmesi için uygun yükseklikte rampaların olduğu ve erişilebilir park alanlarının olduğu bir çevre, fiziksel aktiviteye katılımı kolaylaştıracaktır (40).

ICF, sağlık alanında ortak bir dil oluşturmak amacıyla sağlık durumlarını birçok bileşen açısından inceleyen bir sistem olmakla birlikte; aynı zamanda sağlığı doğrudan etkileyen fiziksel aktiviteyi de bu bileşenler açısından açıklamaya çalışmaktadır. Sağlıklı bireylerde fiziksel aktiviteyi etkileyen faktörler, temel olarak sadece kişisel ve çevresel faktörler açısından incelebilirken; nörolojik hastalarda vücut yapı ve işlev bozukluklarının yol açtığı aktivite ve katılım kısıtlılıkları, fiziksel aktiviteye katılımı daha da zor hale getirmektedir. Bu noktada ICF, fiziksel aktiviteye katılımı; kişi, görev ve çevrenin etkileşimine odaklanarak yorumlayabilmemize yardımcı olmaktadır (46). ICF çerçevesi, aynı zamanda nörolojik hastalarda fiziksel aktivite katılımının teşvik edilmesi için karar verme mekanizması olarak da kullanılmaktadır (47).

Mulligan ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, nörolojik hastalarda fiziksel aktivite katılımına engel olan faktörler ICF'e göre sınıflandırılmıştır (48). Sınıflandırma Şekil 3'te gösterilmiştir:



Şekil 3. Nörolojik hastalarda fiziksel aktivite katılımına engel olan faktörler (48)

4. ERİŞKİN KAS HASTALARINDA FİZİKSEL AKTİVİTE

Parkinson, MS ve inme gibi nörolojik hastalıklarda, fiziksel aktivitenin şiddeti ve fiziksel aktiviteyi etkileyen faktörlerle ilgili çok fazla sayıda çalışma bulunmaktadır. ICF çerçevesinde yapılan çalışmalar ise; fiziksel aktivitenin çok farklı bir açıdan incelenmesini sağlamış, böylelikle nörolojik hastalarda fiziksel aktiviteye katılımın artırılması yönündeki çalışmalar hız kazanmıştır. Bununla birlikte erişkin kas hastalıkları; nörolojik hastalıkların önemli bir kısmını oluşturmasına rağmen, fiziksel aktivite konusunda en az çalışılan hastalık grubu olarak karşımıza çıkmaktadır. Kas hastalıklarıyla ilgili yapılan çalışmalar, genellikle çocuk kas hastalıklarıyla sınırlı kalmış durumdadır.

Duchenne Musküler Distrofi (DMD) hastalarının, SAM *(step activity monitoring)* cihazı yardımıyla 3 gün boyunca fiziksel aktivite düzeylerinin değerlendirildiği bir çalışmada, DMD hastalarının sağlıklı kontrol grubuna göre anlamlı derecede inaktif olduğu bulunmuştur. DMD hastalarında sağlıklı gruba göre; adım sayısında ve orta şiddetli fiziksel aktivitelerin frekansında azalma, istirahat kalp hızında artma ve maksimum kalp hızında düşme gibi sonuçlar bulunmuştur. Ayrıca; hastaların vücut yağ yüzdesinin ve diz ekstansiyon kuvvetinin, toplam adım sayısı ile yüksek oranda ilişkili olduğu gösterilmiştir (49). Bu çalışmanın sonuçları, hala fonksiyonel ve mobil olan DMD hastalarının yüksek şiddette fiziksel aktivite (sürekli yürüyüş, koşma gibi) düzeyinin anlamlı derecede düşük olduğu ve günlük hayatta daha fazla inaktif zaman geçirdiklerini göstermiştir. Bu çocuklar; klinik ortamda kısa mesafelerde ambulasyonlarını sağlamalarına rağmen, toplum içindeki ambulasyonları daha fazla etkilenmiş olabilmektedir. DMD hastalarında; kuvvet, vücut kompozisyonu ve vücut kütle indeksi; işlevsel adım etkinliği ile güçlü bir ilişki göstermektedir. Ancak kontrol grubunda; kuvvet ya da vücut kompozisyon değerlendirmelerinin günlük ortalama toplam adım sayısı ile ilişkisi bulunamamıştır. Çalışmanın sonucunda DMD hastalarında; kuvvet kaybı ve vücut kompozis-

yonundaki değişimin adım sayısının düşmesi ile ilişkili olmasının kritik bir sonuç olabileceği yorumu yapılmıştır (49).

10-18 yaşları arasında yürüyebilen çocuk kas hastalarının SenseWear aktivite monitörü yardımıyla fiziksel aktivite düzeyinin değerlendirildiği bir çalışmada, hiçbir katılımcının şiddetli fiziksel aktivite yapmadığı bulunmuştur. Ayrıca 6 dakika yürüme testi ve adım sayısı arasında orta düzeyde anlamlı bir ilişki olduğu gösterilmiştir (50). Katılımcıların fiziksel kapasitesinin ve dolayısıyla 6 dakika yürüme testinde yürüdükleri mesafenin, kas hastalarına şiddetli fiziksel aktiviteden kaçınmaları gerektiği söylendiği için etkilenmiş olabileceği düşünülmektedir (51). Strong ve arkadaşları, sağlıklı çocuklarda ve adolesanlarda sağlık açısından fayda sağlamak için 5-8 MET'lik aktivitenin gerekli olduğunu rapor etmişlerdir (52). Kas hastası çocuklarda ve adolesanlarda muhtemelen fiziksel aktivite için ayrılan zamanı artırmak faydalı olabilir, ancak bu çalışmada aktivitelerin yoğunluğunu hangi miktarda artırmanın faydalı olacağı belirtilmemektedir.

DMD hastalarında distrofin proteinin; hem miyokardiyumda, hem de kardiyak purkinje liflerinde eksikliği söz konusudur. Kardiyomiyopati varlığı, DMD hastası çocukların kardiopulmoner egzersizlere cevabını etkiler. DMD'de, miyokardiyal etkilenim hastalık boyunca genellikle sessiz olarak seyretmektedir ve muhtemelen bu durum da fiziksel aktivitenin azalmasına neden olmaktadır. Kardiyomiyopati ve kısıtlayıcı pulmoner etkilenim, yavaş seyreden ilerleyici kas hastalıklarında fiziksel aktivite üzerinde büyük etkiye sahiptir (53).

İstirahat enerji harcamasının yaklaşık olarak %20-30'undan iskelet kasları sorumludur (54). Azalmış kas kütlesi nedeniyle, kas hastalarında istirahat enerji harcamasının düşük olması beklenebilir. Yapılan bir çalışmada, Myotonik Distrofi hastalarının sağlıklı kontrol grubuna göre bazal metabolizma hızlarının daha düşük olduğu ve bu nedenle istirahat enerji harcamalarının daha az olduğu bulunmuştur (55,56).

Literatürde; erişkin nöromusküler hastaların fiziksel aktivite düzeyi ile ilgili çalışmalar bulunurken, musküler distrofiler, myopatiler gibi belirli bir alt gruba ait özel bir çalışma bulunmamaktadır. Bir çalışmada; hastaların istirahat enerji harcaması ve toplam enerji harcaması incelenmiştir. Sonuç olarak; istirahat enerji harcamasının nöromusküler hasta grubu ve sağlıklı grup arasında farklı olmadığı, ancak toplam enerji harcamasının nöromusküler hasta grubunda sağlıklı gruba göre anlamlı derecede düşük olduğu bulunmuştur. Çalışma Nöromusküler hastaların, sağlıklı gruba göre daha az fiziksel aktivite yaptıkları için daha az enerji harcadıklarını vurgulamaktadır. Bunun yanı sıra, hastaların özellikle yüksek şiddetli fiziksel aktivitede enerji tüketimlerinin arttığı bulunmuştur. Şişmanlık; yaş ve toplam enerji harcamasıyla pozitif ilişki, fiziksel aktivite sırasındaki kalp hızı ve yağsız kas kütlesi ile negatif ilişki göstermiştir (57).

Nöromusküler hastaların fiziksel aktivitede daha az zaman harcaması yüksek enerji tüketimine dayandırılabilmektedir. Başka bir açıklama da, nöromusküler hastaların fiziksel aktiviteden kaçınmaları olabilir. Bunun sebebi, kasın üzerine binen fazla stresin hastalık sürecini hızlandırdığı, kasın fazla çalışmasının zayıflığa yol açtığı inanışıdır. Bu inanış, büyük ölçüde anektodal çalışmalara dayalıdır ve bilimsel çalışmalarda kanıtlanmamıştır (57).

Başka bir çalışmada; nöromusküler hastalara pedometre verilerek adım sayılarının artırılması amaçlanmıştır. Çalışmanın sonucunda; hastaların başlangıç durumuna göre adım sayılarında artış olduğu bulunmuştur (58).

Nöromusküler hastalarda birçok faktör fiziksel aktivitenin azalmasından sorumlu tutulabilmektedir (53). Bu faktörler:

- Fonksiyonel kas dokusunun kaybı
- Kası kullanmama
- Aşırı kullanmaya bağlı yaralanma
- Kardiyopulmoner tutulum
- Artmış yağ kütlesi
- Kontraktürler
- Hareket veriminin düşmesi (azalmış yürüme hızı ve artmış enerji harcaması)
- Hasta motivasyonunun azalması
- Aktivite için daha az sosyal çevre
- Artmış depresyon
- Artmış sosyal engellerdir.

Ancak bu faktörler önceki çalışmaların sonuçlarından genelleme yapılarak tanımlanmış; fiziksel ve fonksiyonel açıdan özgün bir grup olan erişkin kas hastalarında, fiziksel aktivitenin hangi mekanizmalarla ve ne düzeyde etkilendiği ya da hangi faktörlerin öncelikli olarak ele alınması gerekliliği, ayrıntılı ve kanıta dayalı olarak çalışılmamıştır.

Nörolojik Rehabilitasyon Ünitesi'nde erişkin kas hastalarının fiziksel aktivite düzeyleri hakkında sahip olduğumuz deneyimler, hastaların adım sayılarının sağlıklı bireylere göre daha düşük olduğu, enerji harcamalarının ise daha yüksek olduğu yönündedir. Hastalar, sağlıklı bireylerle aynı aktiviteleri yaptıkları zaman daha fazla enerji harcamaktadırlar. Bu nedenle bu grup hastalarda; aktivitelerin analizi ve modifikasyonu, işlerin ve dinlenme zamanlarının dengelenmesi, günlük

yaşam aktivitelerinde önceliklerin belirlemesi ve modifiye edilmesi, vücudu etkili kullanma, çalışma alanını organize etme ve yardımcı teknolojileri kullanma gibi enerji koruma tekniklerinden faydalanarak fiziksel aktivite düzeylerinin koruma ve geliştirme yaklaşımı benimsenmelidir (59,60).

5. SONUÇ

Sonuç olarak; erişkin kas hastalarında sağlıklı bireylerden farklı olarak hastalığa özgü birçok faktör fiziksel aktiviteye katılımı etkileyebilmektedir. Ayrıca çevresel ve kişisel faktörler de, erişkin kas hastalarının fiziksel aktiviteye katılımını kısıtlayabilmektedir. Bu noktada, fizyoterapistlere düşen görev hastaya özgü olarak fiziksel aktivite düzeyini ve fiziksel aktiviteye katılımı engelleyen faktörleri doğru değerlendirebilmek ve elde ettiği sonuçlar ışığında fiziksel aktiviteye katılım düzeyini koruyabilmek ya da mümkün olduğunca artırabilmek için düzenlemeler yapmaktır.

6. TEŞEKKÜR

Akademik bilgi ve deneyimleriyle, değerli katkılarını ve desteğini her zaman hissettiğim Sayın Hocam Prof. Dr. Sibel Aksu Yıldırım'a, araştırma süresince farklı fikirleri ile yoluma ışık tutan, tüm bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Muhammed Kılınç'a ve her zaman hem akademik deneyimleriyle, hem hayat arkadaşlığıyla bana destek olan çalışma arkadaşım Sayın Uzm. Fzt. Ender Ayvat'a teşekkür ederim.

7. KAYNAKLAR

1. Damian, M.S. (2008) Myopathies in the adult patient. *Medicine*, 36 (12), 658-664.
2. Hilton-Jones, D.,Kissel, J. (2010) The clinical assessment and a guide to classification of the myopathies. *Disorders of voluntary muscle. Cambridge University Press, Cambridge, UK*, 163-195.
3. Wortmann, R. (2000). Diseases of skeletal muscle: Lippincott Williams & Wilkins.
4. Lou, J.-S., Weiss, M.D.,Carter, G.T. (2010) Assessment and management of fatigue in neuromuscular disease. *American Journal of Hospice and Palliative Medicine*, 27 (2), 145-157.
5. Caspersen, C.J., Powell, K.E.,Christenson, G.M. (1985) Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports*, 100 (2), 126.
6. Katch, V., McArdle, W.,Katch, F. (2011) Energy expenditure during rest and physical activity. *McArdle WD, Katch FI, Katch VL. Essentials of Exercise Physiology. 4th ed. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins*, 237-262.
7. Fletcher, G.F., Blair, S.N., Blumenthal, J., Caspersen, C., Chaitman, B., Epstein, S. ve diğerleri. (1992) Statement on exercise: benefits and recommendations for physical activity programs for all Americans-a statement for health professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart Association. *Circulation*, 86 (1), 340.
8. Lee, I.-M., Shiroma, E.J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S.N.,Katzmarzyk, P.T. (2012) Lancet Physical Activity Series Working Group: Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet*, 380 (9838), 219-229.
9. Heath, G.W., Parra, D.C., Sarmiento, O.L., Andersen, L.B., Owen, N., Goenka, S. ve diğerleri. (2012) Evidence-based intervention in physical activity: lessons from around the world. *The lancet*, 380 (9838), 272-281.
10. Kohl, H.W., Craig, C.L., Lambert, E.V., Inoue, S., Alkandari, J.R., Leetongin, G. ve diğerleri. (2012) The pandemic of physical inactivity: global action for public health. *The Lancet*, 380 (9838), 294-305.
11. Lee, I.-M., Shiroma, E.J., Lobelo, F., Puska, P., Blair, S.N., Katzmarzyk, P.T. ve diğerleri. (2012) Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: an analysis of burden of disease and life expectancy. *The lancet*, 380 (9838), 219-229.
12. Dahlgren, G. (1994). The need for intersectoral action for health [Bildiri].European Health Policy Conference: opportunities for the future, Copenhagen.
13. Westerterp, K.R. (2009) Assessment of physical activity: a critical appraisal. *European journal of applied physiology*, 105 (6), 823-828.
14. Dishman, R.K., Washburn, R.A.,Schoeller, D.A. (2001) Measurement of physical activity. *Quest*, 53 (3), 295-309.
15. Strath, S.J., Kaminsky, L.A., Ainsworth, B.E., Ekelund, U., Freedson, P.S., Gary, R.A. ve diğerleri. (2013) Guide to the assessment of physical activity: Clinical and research applications A scientific statement from the American heart association. *Circulation*, 128 (20), 2259-2279.
16. Valanou, E., Bamia, C.,Trichopoulou, A. (2006) Methodology of physical-activity and energy-expenditure assessment: a review. *Journal of Public Health*, 14 (2), 58-65.
17. Jacobs Jr, D.R., Ainsworth, B.E., Hartman, T.J.,Leon, A.S. (1993) A simultaneous evaluation of 10 commonly used physical activity questionnaires. *Medicine and science in sports and exercise*, 25 (1), 81-91.
18. Montoye, H.J.,Taylor, H.L. (1984) Measurement of physical activity in population studies: a review. *Human Biology*, 195-216.
19. Sallis, J.F.,Saelens, B.E. (2000) Assessment of physical activity by self-report: status, limitations, and future directions. *Research quarterly for exercise and sport*, 71 (sup2), 1-14.
20. Ainsworth, B.E. (2009) How do I measure physical activity in my patients? Questionnaires and objective methods. *British Journal of Sports Medicine*, 43 (1), 6-9.
21. Welk, G. (2002). Physical activity assessments for health-related research: Human Kinetics.
22. Macera, C., Jones, D., Kimsey, C., Ham, S.,Pratt, M. (2000) New directions in surveillance of physical activity among US adults: a pilot study. *Med Sci Sports Exerc*, 32, S260.
23. Kimm, S.Y., Glynn, N.W., Kriska, A.M., Barton, B.A., Kronsberg, S.S., Daniels, S.R. ve diğerleri. (2002) Decline in physical activity in black girls and white girls during adolescence. *New England Journal of Medicine*, 347 (10), 709-715.
24. Leon, A., Myers, M.,Connett, J. (1997) Leisure time physical activity and the 16-year risks of mortality from coronary heart disease and all-causes in the Multiple Risk Factor Intervention Trial (MRFIT). *International journal of sports medicine*, 18, S208-215.
25. Friedenreich, C.M., Cook, L.S., Magliocco, A.M., Dug-

gan, M.A.,Courneya, K.S. (2010) Case–control study of lifetime total physical activity and endometrial cancer risk. *Cancer Causes & Control*, 21 (7), 1105-1116.
26.Shephard, R.J. (2003) Limits to the measurement of habitual physical activity by questionnaires. *British journal of sports medicine*, 37 (3), 197-206.
27.Laporte, R.E., Montoye, H.J.,Caspersen, C.J. (1985) Assessment of physical activity in epidemiologic research: problems and prospects. *Public health reports*, 100 (2), 131.
28.McKenzie, T.L. (2002) Use of direct observation to assess physical activity. *Physical activity assessments for health-related research. Champaign, IL: Human Kinetics*, 179-195.
29.Haugen, H.A., Chan, L.-N.,Li, F. (2007) Indirect calorimetry: a practical guide for clinicians. *Nutrition in Clinical Practice*, 22 (4), 377-388.
30.Schoeller, D.A., Ravussin, E., Schutz, Y., Acheson, K.J., Baertschi, P.,Jequier, E. (1986) Energy expenditure by doubly labeled water: validation in humans and proposed calculation. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 250 (5), R823-R830.
31.Schoeller, D.,Van Santen, E. (1982) Measurement of energy expenditure in humans by doubly labeled water method. *Journal of Applied Physiology*, 53 (4), 955-959.
32.Ainsworth, B.E.,Macera, C.A. (2012). Physical Activity and Public Health Practice: CRC Press.
33.Aparicio-Ugarriza, R., Mielgo-Ayuso, J., Benito, P.J., Pedrero-Chamizo, R., Ara, I.,González-Gross, M. (2015) Physical activity assessment in the general population; instrumental methods and new technologies. *Nutr Hosp*, 31 (Supl 3), 219-226.
34.Bravata, D.M., Smith-Spangler, C., Sundaram, V., Gienger, A.L., Lin, N., Lewis, R. ve diğerleri. (2007) Using pedometers to increase physical activity and improve health: a systematic review. *Jama*, 298 (19), 2296-2304.
35.Chen, K.Y.,Bassett, D.R. (2005) The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. *Medicine and science in sports and exercise*, 37 (11), S490.
36.Health, U.D.o.,Services, H. (2008) Physical activity guidelines advisory committee report. *Washington, DC: US Department of Health and Human Services*, 2008.
37.Strath, S.J., Bassett, D.R.,Swartz, A.M. (2004) Comparison of the college alumnus questionnaire physical activity index with objective monitoring. *Annals of epidemiology*, 14 (6), 409-415.
38.Lee, I.-M.,Shiroma, E.J. (2014) Using accelerometers to measure physical activity in large-scale epidemiological studies: issues and challenges. *British journal of sports medicine*, 48 (3), 197-201.
39.Kosma, M., Cardinal, B.J.,McCubbin, J.A. (2004) Predictors of physical activity stage of change among adults with physical disabilities. *American Journal of Health Promotion*, 19 (2), 114-117.
40.Rimmer, J.H., Riley, B., Wang, E., Rauworth, A.,Jurkowski, J. (2004) Physical activity participation among persons with disabilities: barriers and facilitators. *American journal of preventive medicine*, 26 (5), 419-425.
41.Rimmer, J.H., Riley, B., Wang, E.,Rauworth, A. (2005) Accessibility of health clubs for people with mobility disabilities and visual impairments. *American journal of public health*, 95 (11), 2022.
42.Rimmer, J.H.,Marques, A.C. (2012) Physical activity for people with disabilities. *The Lancet*, 380 (9838), 193-195.
43.Haskell, W.L., Lee, I.-M., Pate, R.R., Powell, K.E., Blair, S.N., Franklin, B.A. ve diğerleri. (2007) Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation*, 116 (9), 1081.
44.Rimmer, J.H. (1999) Health promotion for people with disabilities: the emerging paradigm shift from disability prevention to prevention of secondary conditions. *Physical therapy*, 79 (5), 495-502.
45.Ellis, T.,Motl, R.W. (2013) Physical activity behavior change in persons with neurologic disorders: overview and examples from Parkinson disease and multiple sclerosis. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 37 (2), 85-90.
46.Hutzler, Y. (2007) A systematic ecological model for adapting physical activities: Theoretical foundations and practical examples. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 24 (4), 287.
47.van der Ploeg, H.P., van der Beek, A.J., van der Woude, L.H.,van Mechelen, W. (2004) Physical activity for people with a disability. *Sports Medicine*, 34 (10), 639-649.
48.Mulligan, H.F., Hale, L.A., Whitehead, L.,Baxter, G.D. (2012) Barriers to physical activity for people with long-term neurological conditions: a review study. *Adapt Phys Activ Q*, 29 (3), 243-265.
49.McDonald, C.M., Widman, L.M., Walsh, D.D., Walsh, S.A.,Abresch, R.T. (2005) Use of step activity monitoring for continuous physical activity assessment in boys with Duchenne muscular dystrophy. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 86 (4), 802-808.
50.Baquet, G., Van Praagh, E.,Berthoin, S. (2003) Endurance training and aerobic fitness in young people. *Sports Medicine*, 33 (15), 1127-1143.
51.Sveen, M.-L., Jeppesen, T., Hauerslev, S., Krag, T.,Vissing, J. (2007) Endurance training An effective and safe treatment for patients with LGMD2I. *Neurology*, 68 (1), 59-61.
52.Strong, W.B., Malina, R.M., Blimkie, C.J., Daniels, S.R., Dishman, R.K., Gutin, B. ve diğerleri. (2005) Evidence based physical activity for school-age youth. *The Journal of pediatrics*, 146 (6), 732-737.
53.McDonald, C.M. (2002) Physical activity, health impairments, and disability in neuromuscular disease. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 81 (11), S108-S120.
54.Ravussin, E.,Rising, R. (1992) Daily energy expenditure in humans: measurements in a respiratory chamber and by doubly labeled water. *Energy Metabolism: Tissue Determinants and Cellular Corollaries. JM Kinney and HN Tucker (Eds). New York: Raven Press, Ltd.*
55.Björntorp, P., Schröder, G.,Orndahl, G. (1973) Carbohydrate and lipid metabolism in relation to body composition in myotonic dystrophy. *Diabetes*, 22 (4), 238-242.
56.Jozefowicz, R., Welle, S., Nair, K., Kingston, W.,Griggs, R. (1987) Basal metabolic rate in myotonic dystrophy Evidence against hypometabolism. *Neurology*, 37 (6), 1021-1021.
57.McCrory, M.A., Kim, H.-R., Wright, N.C., Lovelady, C.A., Aitkens, S.,Kilmer, D.D. (1998) Energy expenditure, physical activity, and body composition of ambulatory adults with hereditary neuromuscular disease. *The American journal of clinical nutrition*, 67 (6), 1162-1169.
58.Kilmer, D.D., Wright, N.C.,Aitkens, S. (2005) Impact of a home-based activity and dietary intervention in people with slowly progressive neuromuscular diseases. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 86 (11), 2150-2156.
59.Mathiowetz, V., Matuska, K.M.,Murphy, M.E. (2001) Efficacy of an energy conservation course for persons with multiple sclerosis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 82 (4), 449-456.
60.Mathiowetz, V.G., Finlayson, M.L., Matuska, K.M., Chen, H.Y.,Luo, P. (2005) Randomized controlled trial of an energy conservation course for persons with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis*, 11 (5), 592-601.

Vestibüler Rehabilitasyon

Fzt Özge ONURSAL
Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
E-mail: ozgeonursal@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Somatosensoriyel ve vizüel sistem ile birlikte dengenin oluşmasında önemli rolü olan vestibüler sistemde, yaşla ve periferal veya santral sistemde meydana gelen bir patolojiyle birlikte bazı fonksiyon bozuklukları ortaya çıkmaktadır. Bu bozukluklar sonucunda hastalarda genel olarak baş dönmesi, mide bulantısı, denge güçlüğü ve işitme kaybı gibi hastaların günlük yaşam aktivitelerini ve yaşam kalitelerini önemli derecede etkileyen semptomlar ortaya çıkmaktadır. Ayrıntılı bir değerlendirme sonrası bireysel olarak oluşturulan, vestibüler kompansasyon mekanizmalarını kullanan rehabilitasyon uygulamaları ile birlikte hastaların semptomları azaltılarak yaşam kaliteleri arttırılmaktadır.

Anahtar kelimeler: Vestibüler hastalıklar, rehabilitasyon, baş dönmesi

ABSTRACT

In the vestibular system, which plays an important role with somatosensory and visual sytem in the formation of balance, some functional disorders arise with a pathology in peripheral or central vestibular system and also with a pathology that occurs with aging. As a result of these disorders, the symptoms generally occur in patients such as; dizziness, nausea, impaired balance and hearing loss and they affect patients' daily life activities and quality of life. After a detailed assessment, vestibular rehabilitation approaches, which are individually created and use vestibular compensation mechanisms, are used for decreasing the symptoms and increasing quality of life of the patients.

Key words: Vestibular diseases, rehabilitation, dizziness

1. GİRİŞ

Vestibüler sistem, vestibüler nukleustaki afferent dallar arasındaki periferik reseptör organlar ile, vücudun uzaydaki pozisyonunu ve akselerasyon hissini algılayan en kompleks sistemdir. Vestibüler sistem, yeterli uyarıyı alır, entegre eder ve santral sinir sistemi prosesine iletir. Bu işlemin sorunsuz gerçekleşebilmesi için bilateral olarak yönetilmesi gerekmektedir (1). Vestibüler sistem, somatosensoriyel ve vizüel sistem ile birlikte denge oluşmasında önemli rol oynayan bir sistemdir. Periferik ve santral vestibüler sistem olmak üzere 2'ye ayrılmaktadır.

Periferik vestibüler sistem bilateral olarak konumlanan 3 semisirküler kanal ve otolit organlarından (utrikulus ve sakkulus) oluşur. Birbirlerine dik açı yapacak şekilde konumlanmış semisirküler kanallar rotasyonel hareketleri algılamakta, otolit organlardan utrikulus lineer akselerasyonlara, sakkulus ise yerçekimine karşı yapılan hareketlere cevap vermektedir (2).

Periferik vestibüler sistem, kemik labirent ve membranöz labirent olmak üzere 2 kısımdan oluşmakta ve vestibüler sistemde hareket sensörleri diye bilinen tüy hücrelerini bulundurmaktadır. Bu sistem, lateralden orta kulakla, medialden temporal kemikle ve posteriordan kohlea ile sınırlandırılmıştır. Periferik vestibüler sistemde bulunan özel reseptörler ile başın hareketiyle ilgili bilgiler santral vestibüler sisteme ulaşmaktadır. Bu reseptörlerdeki bilgiler ile herhangi bir baş hareketinde bakış stabilizasyonu sağlanmakta ve kişinin dik pozisyondaki oryantasyonu devam edebilmektedir (3). Ancak, periferal vestibüler sistem tek başına çalışmamaktadır. Bu bilgiler santral vestibüler sistemde görsel, somatosensoriyel ve tahmin edilen baş veya vücut oryantasyonu gibi diğer duyusal bilgilerle birleştirilir ve başın oryantasyonu belirlenir.

Santral vestibüler sistem; swa yer alan vestibüler sisteme ait kısımları ve beyin sapı ve ponstaki vestibüler çekirdekleri kapsamaktadır. Pons ve beyin sapı, duyusal entegrasyon merkezi ola-

rak göz hareketlerinden, postüral hareketlerin kontrolünden ve uzaysal oryantasyondan sorumludur. Serebellum ise vestibüler cevapların şekillendirilmesinden sorumludur, bakış kontrolü, postüral stabilite ve yürüyüş sırasında görev alır (4).

2. VESTİBÜLER SİSTEM BOZUKLUKLARI

Tüm yaşlarda görülebilen vestibüler disfonksiyon, vertigo (yanıltıcı hareket hissi), bakış stabilizasyonu ve postural stabilitedeki bozukluklar nedeniyle meydana gelen denge bozukluğu ile karakterize bir problemdir (5). 2002 yılında Amerikalı yetişkinlerde yapılmış bir çalışmaya göre; vestibüler disfonksiyonlar 40-49 yaşları arasındaki yetişkinlerin %18,5'inde, 60-69 yaşları arasındaki bireylerin %49,4'ünde ve 80 yaş üstü yaşlı bireylerin %84,8'inde görülmektedir (6). Yapılan başka bir çalışmada; vestibüler disfonksiyonu olan yaşlı bireylerin yaklaşık %20'sinde bu disfonksiyonun nedeni olarak vasküler problemler gösterilmiştir. Periferal veya santral vestibüler sistemde bozukluklara neden olan bu problemler hiper-hipotansiyon, myokardial enfarktüs, aritmi, ateroskleroz olarak belirtilmiştir (7). 40'lı yaşlardan sonra vestibüler sinirde mikroskopik düzeyde sinaptik değişiklikler meydana gelmekte, 50'li yaşlarda otolit sistemin makular, semisirküler kanalların krista ampullasındaki vestibüler reseptörlerdeki dejenerasyonda artış olmakta ve 60'lı yaşlarda ise vestibüler sinir liflerinde aşınmalar artmakta ve vestibüler sinirin uyarıyı iletme hızı azalmaktadır (8). Vestibüler sistemde meydana gelen bozukluklarla birlikte hastalarda genel olarak vertigo, bakış stabilizasyonu sağlayamama, postural instabilite, dengesizlik ve düşme korkusu bulguları ortaya çıkmaktadır.

2.1. Periferal Vestibüler Sistem Hastalıkları

Periferal vestibüler sistem hastalıklarında sık görülen bulgular; bulantı, kusma, dengesizlik ve vertigodur (9). En çok görülen periferal vestibüler sistem hastalıkları, *benign paroksismal pozisyonel vertigo, vestibüler nörit, akut viral veya travmatik labirentit, meniere hastalığı, perilenf fistülü, vestibüler schwanoma* ve *akustik nöroma*dır.

2.1.1 Unilateral Vestibüler Kayıp

Şiddetli vertigo ve bulantı şikayetleri görülen, etyolojisinde viral veya inflamatuar değişiklikler, vasküler olaylar veya travma yer alan durumdur. Hastaların baş hareketleri yavaşlamıştır. Semptomları arasında görsel bulanıklık, denge bozukluğu ve fonksiyonel defisitler de görülmektedir (10).

2.1.2 Bilateral Vestibüler Kayıp

Bilateral vestibüler kayıp, bilateral olarak labirintlerin veya 8. kranial sinirlerin periferal defektleri ile karakterize vestibulo-oküler refleks disfonksiyonu, osilopsi ve denge bozukluğuna yol açan bir durumdur. Nedenleri olarak otoimmüm patolojiler, otolojik ve neoplastik durumlarla birlikte ototoksik ilaçlar gösterilebilir (11).

Yapılan çalışmalarda bilateral vestibüler kaybı olan hastaların vestibüler rehabilitasyon sonrası %33-55'inin sonuç ölçümlerinde gelişme gösterdiği görülürken, unilateral vestibüler kaybı olan hastaların ise %75-88'inin gelişme gösterdiği görülmüştür (12,13).

2.1.3 Benign Paroksismal Pozisyonel Vertigo (BPPV)

En sık görülen vertigo çeşididir. Kişinin baş hareketleri yaptığı gravite ile ilişkili pozisyonlarda tetiklenen, kısa periyotlu vertigodur. BPPV'lerin %85i posterior semisirküler kanal orijinlidir. BPPV'de görülen vertigo ve nistagmusun meydana gelmesinde *kanalolitiyazis* ve *kupulolitiyazis* olmak üzere 2 teori üzerinde durulmaktadır. Kupulolitiyazis teorisine gore, otolit organlardan kaynaklanan otokonialar posterior semisirkuler kanaldaki kupulaya yapışmakta ve onu endolenften daha ağır hale getirmektedir. Bununla ilişkili olarak, kupula yerçekimine (lineer akselerasyonlara) hassas hale gelmektedir (14,15). Kanalolitiyazis teorisine göre, otokonialar semisirkuler kanal içindeki endolenfte serbest olarak yüzer ve bir irritasyon kaynağı olarak görev yapar (16). Bu tip vertigoyu tetikleyen manevra Dix-Hallpike manevrasıdır. Posterior semisirkuler kanalı, kupula kanal segmentinin yukarısında kalacak şekilde konumlayan Dix-Hallpike manevrası ile otokonialar bulundukları noktadan yerçekiminin etkisiyle aşağı doğru hareket ederler. Bu hareket kupula uzerinde hidrodinamik bir çekme etkisi yaratır. Manevra sonrası rotatuar nistagmus veya vertigonun gözlenmesi BPPV tanısını koydurur (17).

2.1.4 Vestibüler Nörit

Vestibüler nörit, şiddetli vertigo, bulantı, kusma ve yürüme instabilitesinin hızlı bir şekilde ortaya çıkması ile karakterize, medikal tedavi ve vestibüler rehabilitasyon kombinasyonu ile kontrol altına alınan akut periferik vestibüler disfonksiyon sendromudur (18,19).

2.1.5 Meniere Hastalığı

Menière hastalığı, otolog kökenli vertigonun en yaygın nedeni olarak iç kulaktaki endolenfatik bölmenin genleşmesi ve rüptür meydana gel-

Tablo 1: Vestibüler rehabilitasyondan fayda gören periferal ve santral vestibüler bozukluklar (23).

Periferal	Santral
Benign Paroksismal Pozisyonel Vertigo	İnme
Vestibüler Nörit	Kafa Travması
Labirintis	Vestibüler Migren
Vestibüler Schwanom	Multipl Skleroz
Meniere Hastalığı	Parkinson
Bilateral Vestibüler Kayıp	Prebistiyazis
Hareketle Provake Olan Baş Dönmesi	Serebellar dejenerasyon

mesiyle oluşur. Klinik olarak, aynı tarafta düşük frekanslı işitme kaybı, epizodik vertigo, bulantı, kusma, kulak çınlaması, işitsel doluluk ve episodik vertigo ile karakterizedir (20,21).

2.2 Santral Vestibüler Sistem Hastalıkları

Santral vestibüler sistem hastalıkları, periferal vestibüler sistem hastalıklarına nazaran daha az görülmekte, ancak fonksiyonel işlev kayıplarına daha fazla sebep olmaktadır (22). Santral bozukluklarda daha çok yürüme yeteneğinde kayıp ve nistagmus gibi sabit semptomlar görülmektedir. Periferal ve santral nistagmusu ayırt ederken, hasta sabit bir cisim üzerine gözlerini fikse ettiğinde nistagmusun şiddeti artıyorsa santral, azalıyorsa periferal orijinli olduğu düşünülmektedir (18). Santral vestibüler bozukluklar sıklıkla migren, multiple skleroz, iskemik hastalıklar, serebellumu etkileyen dejeneratif nörolojik hastalıklar sonrası ortaya çıkmaktadır.

3. VESTİBÜLER REHABİLİTASYON

Vestibüler rehabilitasyon, 1940'lı yıllarda 2. Dünya Savaşı sırasında Sir Terence Cawthorne ve Harold Cooksey isimli iki İngiliz araştırmacı tarafından ortaya atılmıştır. Bu araştırmacılar, kafa travması geçiren askerlerden erken mobilize edilenlerin dengesizlik şikayetlerinin hareketsiz kalanlara göre daha çabuk düzeldiğini görmüşlerdir (24-26).

Vestibüler rehabilitasyon, vestibulooküler refleksi (VOR) adapte ederek uyumunu arttırmak, hastayı harekete alıştırmak ve duyusal yerine koymayı öğretmenin yanında hastanın dengesini ve postural kontrolünü geliştirmek için tasarlanmış egzersiz yaklaşımıdır (27).

Vestibüler rehabilitasyon, nörobilim ve plastisite ile ilgili yeterli bilgisi olan "Baran Society Ad Hoc Committee on Vestibular Rehabilitation Therapy" tarafından bu konuda eğitim almış fizyoterapistler tarafından uygulanmalıdır (28).

3.1 Vestibüler Kompansasyon

Vestibüler rehabilitasyonda hedeflenen kompansasyon mekanizmalarını aktive etmektir. Vestibüler kompansasyon, merkezi sinir sisteminin reorganizasyonundan kaynak almaktadır. 1820'li yıllarda kuşlarda ve kurbağalarda labirentektomi sonrası 1 hafta içinde fonksiyonlarda iyileşme görülmesiyle temeli atılmıştır (29). Vestibüler kompansasyonun zamana bağlı iki kısmı vardır: Statik ve dinamik kompansasyon.

Statik kompansasyon; vestibüler lezyon sonrası kompansasyon akut fazını temsil eder, iyileşme günler içinde meydana gelmektedir. Lezyonun ilk döneminde görülen baş dönmesi, kusma ve spontan nistagmus kompansasyonuna bağlı olarak 3-14 gün içinde geriler ancak dengesizlik devam edebilir (4,29,30).

Dinamik kompansasyon; iyileşme aylar içinde gerçekleşmektedir. Vestibulooküler ve vestibulospinal refleks restorasyonunun gerçekleştiği dönemdir.

Vestibüler lezyon sonrası iyileşmenin gerçekleşebilmesi için gerekli 3 nörofizyolojik mekanizma vardır:

3.2 Adaptasyon Mekanizması

Bu mekanizma, nöral aktivitenin özellikle de vestibulooküler refleksin regüle edilmesini içermektedir. Fizyolojik olarak VOR, görsel hedefi foveaya sabitlemeye izin verir ve genlik ve hız tam olarak baş hareketinin tam tersi olan bir göz yer değiştirmesinden oluşur. Bu uyum 1'e eşittir. Vestibüler bir kaybın ardından bu uyum azalır ve osilopsi oluşur. Adaptasyon mekanizması, görüntünün stabilize edilmesine yardımcı olmak için VOR'un uyumunu arttırır ve vestibüler rehabilitasyon kapsamındaki bazı egzersizler bu mekanizmayı güçlendirmeyi amaçlamaktadır. Spontan yapılan rehabilitasyonda görmenin rolü tartışılmıştır. Gözleri bir hedefe sabitlemek, nistagmusun yoğunluğunu azaltabilir ve daha hızlı iyileşmeyi açıklayabilir (26).

3.3 Habituasyon (Alışma) Mekanizması

Habituasyon mekanizması ilk olarak 1980 yılında Norre ve DeWeerdt isimli araştırmacılar tarafından, semptomları provake eden baş hareketlerinin vestibüler kompansasyonu desteklediği söylenerek ortaya atılmıştır (31). Bu mekanizmada, rotasyonel hareketlerinin tekrar edilmesi ile VOR uyumu düzelmekte, osilopsi azalmakta

ve dinamik koşullara uyum sağlanmaktadır. Bu mekanizma, tekrarlı elektrik stimulasyonuna maruz kalan nöronların post sinaptik amplitüdünde kayıp meydana gelmesiyle ilişkilendirilmektedir (32).

3.4 Yerine Koyma Mekanizması

Yerine koyma mekanizması, santral sinir sisteminin davranışsal ve kognitif alanlarından başlatılan mekanizmalar tarafından temsil edilmektedir (29). Hatalı veya işlev görmeyen duyusal girdilerin düzenlenip diğer duyusal girdilerin onların yerine kullanılmasını sağlamaktadır (4).

3.5 Vestibüler Rehabilitasyon Ekibi

Kapsamlı bir vestibüler rehabilitasyon programı multidisipliner ekip yaklaşımını içermektedir. Rehabilitasyon ekibi özellikle baş dönmesi konusunda uzmanlaşmış; fizyoterapist ve ergoterapist, odyolog, kulak burun boğaz uzmanı, nöro-otolog, hemşire, nörolog ve psikiyatrist veya psikologdan oluşmaktadır (23).

3.5.1 Vestibüler Rehabilitasyon Amaçları

- Baş dönmesini azaltmak,
- Denge güvenilirliğini arttırmak,
- Düşme riskini azaltmak,
- VOR fonksiyonunu arttırmak,
- Baş hareketleriyle yürüyüşü arttırmak, (Hastalar baş dönmesi şikayetini azaltmak için "en bloc" denilen kalıp şeklinde minimal gövde ve baş rotasyonuyla yürümektedirler.)
- Tek bir duyu modalitesine olan bağlılığı engellemek,
- Yürüme yeteneğini ve enduransını arttırmak,
- Duyu karmaşasının neden olduğu anksiyeteyi azaltmaktır (33).

Tablo 2: Vestibüler rehabilitasyonda iyileşmeyi etkileyen negatif faktörler (2,23,33).
Migren öyküsü
Başı veya vücudu hareket ettirememe
Distal duyusal bozukluk
Görsel disfonksiyon (Strabismus, katarak, makular dejenerasyon, glokom)
Hafıza bozukluğu
Hareket etme ve düşme korkusu
Anksiyete ve obsesif kompulsif bozukluk varlığı
Mükemelliyetçi kişilik
Santral etkili ilaç kullanımı (vestibüler supresanlar, antidepresanlar, trankilizanlar, antikonvülzanlar)

!!! Ayrıca devam eden labirent patolojisi veya devam eden tümör varlığında hastaların egzersizlerden fayda görme olasılığı düşüktür (2). Serebellum hasarı olan hastalarda tedavi süreci daha uzun olurken, kafa travması olan hastalarda iyileşme potansiyeli daha düşüktür (34,35).

4. VESTİBÜLER REHABİLİTASYONDA DEĞERLENDİRME

Hastalarda aktivite limitasyonu ve katılım kısıtlılığına yol açan en önemli hastalıklardan olan vestibüler bozukluklar, yaşam kalitesini olumsuz etkileyerek, depresyon ve anksiyeteyi arttıran semptomlara sebep olduğu için bu tür hastaları medikal model çerçevesinde değerlendirmek yetersiz kalacaktır. Mutlaka kişisel ve çevresel faktörler de ön plana alınarak, hastalar ICF modeli çerçevesinde ele alınmalıdır (36). ICF modelinin komponentleri; bozukluğun kendisini temsil eden vücut yapı ve fonksiyon bozuklukları, aktivite limitasyonu ve katılım kısıtlılığıdır. Ayrıca hastaların günlük yaşamını etkileyen çevresel ve kişisel faktörler de ICF modelinde önemli rol oynamaktadır (23). Baş dönmesi şikayeti olan hastalar için geliştirilmiş ICF çekirdek seti bulunmaktadır (37).

4.1 Vücut Yapı ve Fonksiyon Bozuklukları Kapsamındaki Değerlendirmeler

4.1.1 Hikaye

Değerlendirme ve muayene aşamasında ilk olarak hastadan detaylı bir hikaye alınmalıdır. Hikaye sorgulanırken; hastanın şikayetlerinin başlangıcı, özellikleri, süresi, hangi hareketlerde şikayetlerinin şiddetinin artıp azaldığı bilgileri sorgulanmalıdır. Hastaların vestibüler bozukluklarını tanımlarken ne hissettiklerine dair tanımladıkları dönme hissi, dengesizlik, görmede bulanıklık, kulakta çınlama ve mide bulantısı gibi şikayetlerden bazıları periferal bazıları santral bozuklukları düşündürdüğü için değerlendiren kişi tarafından üzerinde durulmalıdır. Özellikle semptomları arttırdığı düşünülen alışveriş merkezleri ve sinemalar gibi ortamlarda ve araba sürme, aşağı veya yukarı doğru bakma, banyo yapma gibi aktivelerde hastanın şikayetleri sorgulanmalıdır (23).

4.1.2 Nörootolojik Değerlendirme

Hastanın vestibulooküler refleks işlevini değerlendiren testler (head-thrust, head-shaking), bakış stabilizasyonu testi, statik ve dinamik görsel keskinlik testleri, smooth-pursuit göz hareketleri, sakkadik göz hareketleri ve nistagmus için kalo-

Resim 1: Bilgisayarlı Dinamik Postürografi sistemi (resim http://www.neuro.fr/en/smart-balance-master-xml-246-954.html sitesinden alınmıştır.)

rik test nöro-otolojik değerlendirmede kullanılmalıdır.

4.1.3 Denge Değerlendirmesi

Romberg testi, unterberg testi, tek bacak duruş süresi ölçümleri, tandem duruş süresi, otur-kalk testi ve fonksiyonel uzanma testleri vestibüler bozukluğu olan hastalarda kullanılan denge değerlendirmelerindendir.

4.1.4 Teknoloji Destekli Denge Ölçüm Yöntemleri

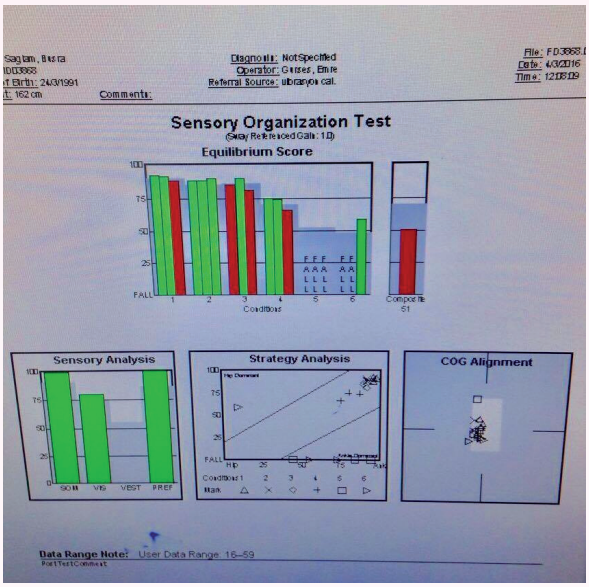
- Bilgisayarlı Dinamik Postürografi Cihazı(BDP)

Günlük yaşama benzer şekilde düzenlenmiş farklı test pozisyonları ile hastanın ayakta durma dengesini değerlendiren sistemdir. Bu cihaz ile hastanın dengesini sağlarken görsel, vestibüler ve somatosensoriyel sistemden gelen bilgileri kullanma yeteneği değerlendirilmektedir (38). Vestibüler bozukluğu olan hastalar da BDP cihazından belirli testler ile değerlendirilmektedir.

- Duyusal Organizasyon Testi (DOT)

DOT, ayakta duruş esnasında dengenin duyusal bileşenlerinin sebep olduğu postural kontrol defisitlerini ölçmek için kullanılan objektif bir yöntemdir (39). Bu test, hastanın hareketli kuvvet platformu üzerinde durduğu ve çevresinde hareketli bir duvar olduğu ortamda kolaydan zora doğru 6 farklı test konumunda yapılmaktadır:

1. Konum: Gözler açık, sabit yüzey
2. Konum: Gözler kapalı, sabit yüzey
3. Konum: Hareketli görsel çevre, sabit yüzey
4. Konum: Gözler açık, hareketli yüzey
5. Konum: Gözler kapalı, hareketli yüzey
6. Konum: Hareketli görsel çevre, hareketli yüzey



Resim 2: Serebellar dejenerasyonu olan bir hastanın DOT analizi

Bu testte özellikle 5. ve 6. konumda yapılan değerlendirmelerde vestibüler fonksiyon değerlendirilmektedir. Vestibüler bozukluğu olan kişilerde geçerliliği kanıtlanmış bir testtir (40,41).

- Duyu Etkileşimi ve Dengenin Klinik Testi (CTSIB)

CTSIB, bir sünger veya eğik bir yüzey üzerinde ayakta duruş pozisyonunda duyusal organizasyonu değerlendiren bir testtir (42). Bu test esnasında hastanın gözler açık, gözler kapalı ve başın etrafında kubbe şeklinde görsel bir obje varken 30 saniye durması istenir ve burada durabilme süresi, düşmenin olup olmadığı ve vücut salınımları kaydedilir. Aynı şekilde bu prosedür yumuşak bir sünger üzerinde de tekrar edilir. Bu testin modifiye edilmiş versiyonunda ise sadece göz-

ler açık ve gözler kapalı sabit yüzey ve yumuşak yüzeyde değerlendirmeler yapılmaktadır (43,44). Vestibüler bozukluğu olan kişiler bu testin görsel ve yüzeysel koşullarının değiştiği pozisyonlarda dengeyi sağlamakta zorluk yaşamaktadırlar. CTSIB, vestibüler bozukluğu olan hastaları değerlendirmede geçerli bir yöntemdir (45,46).

4.1.5 Diğer Değerlendirmeler

Bu değerlendirmelere ek olarak vücut yapı ve fonksiyon bozuklukları kapsamında propriosepsiyon, kinestezi ve vibrasyon duyuları değerlendirmesi, özellikle santral tutulumun görüldüğü hastalarda koordinasyon değerlendirmesi, postür değerlendirmesi, kas kuvveti ve eklem hareket açıklığı değerlendirmeleri ve özellikle baş hareketleri ile birlikte yürüme değerlendirilmesi yapılmalıdır.

4.2 Aktivite Limitasyonu Kapsamındaki Değerlendirmeler

4.2.1 Süreli Kalk ve Yürü Testi

Süreli Kalk ve Yürü testi özellikle yaşlı popülasyonun düşme riskini tahmin etmede yüksek duyarlılığı olan bir testtir (47). Testte, hasta süre başladığında oturduğu sandalyeden ayağa kalkar, 3 metre uzaktaki cismin etrafından döner ve tekrar başlangıç noktasına yürüyerek sandalyeye oturur. 13 saniyeden fazla sürede bu testi tamamlayan hastaların düşme için yüksek risk taşıdığı düşünülür (47).

4.2.2 Berg Denge Ölçeği

Berg Denge ölçeği, spesifik olarak yürümeyi değerlendirmese de oturma ve ayakta durma esnasında statik ve dinamik dengeyi değerlendiren bir ölçektir (48,49). Ölçek içerisinde yer alan uzanma, öne eğilme, destek yüzeyi daraltılmış pozisyonda durma, yerden bir cismi alma gibi 14 adet fonksiyon el aktivite yer almaktadır. Her bir madde 4 puan üzerinden puanlanmaktadır. 0 puan en düşük performansı temsil ederken, 4 puan en yüksek performansı temsil etmektedir. 2003 yılında yapılan bir çalışmada vestibüler bozukluğu olan hastaları değerlendirmede Berg Denge Ölçeği, Dinamik Yürüme İndeksi ile uyuşan bir geçerlilik göstermiştir (50).

4.2.3 Dinamik Yürüme İndeksi

Dinamik Yürüme İndeksi hastaların yürüyüş esnasında dengelerini değerlendirmek üzere geliştirilmiştir (51). Farklı yöne yapılan baş hareketleri ile yürüme, yürüyüş hızını değiştirerek yürüme, engelin üstünden geçerek yürüme ve merdiven inip çıkma gibi aktiviteleri bulunduran 8 maddeden oluşmaktadır. Her bir madde 0-3 arasında puanlanmaktadır. Hastanın toplam puanının 19'dan düşük olması yüksek düşme riskini göstermektedir (52). Dinamik Yürüme İndeksi, vestibüler bozukluğu olan hastalarda geçerliliği olan bir ölçektir (53,54).

4.2.4 Lokomotor Duyusal Organizasyon Testi

Lokomotor Duyusal Organizasyon Testi (LDOT), DOT ile aynı duyusal manuplasyonlar kullanılarak yürüyüş esnasında dinamik postural kontrolü değerlendirmek amacıyla 2014 yılında Chien ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir (55). LSOT'da treadmill içine gömülü iki kuvvet platformu ile hareketli bir koridor kullanılmaktadır. Ayrıca, topuk ve parmaklara yerleştirilen markerlar ve vücut kısımlarının hareketlerini algılamak için kullanılan özelleşmiş 3 boyutlu kamera sistemleri kullanılmaktadır. DOT'da olduğu gibi bu sistemde de hasta 6 farklı konumda değerlendirilmektedir. Yüksek maliyetinden ötürü günümüzde kliniklerde çok sık kullanılamadığı için etkinliğine dair kanıtlar sınırlıdır.

4.3 Katılım Kısıtlılığı Kapsamındaki Değerlendirmeler

4.3.1 Aktiviteye Özgü Denge Güvenlilik Ölçeği

Aktiviteye Özgü Denge Güvenlilik Ölçeği, hastaların yürüme, merdiven inip çıkma, göz seviyesinde bir cisme uzanma gibi 16 değişik aktiviteyi yaparken dengelerine ne kadar güvendiklerini sorgulayan bir ölçektir (56,57). Her bir madde %0-100 arasında puanlanır. Toplam puanın %67den düşük olması düşme riskinin fazla olduğunu göstermektedir (58). Aktiviteye Özgü Denge Güvenlilik Ölçeği vestibüler bozukluğu olan hastalarda geçerliliği kanıtlanmış bir ölçektir (59-61).

4.3.2 Baş Dönmesi Engellilik Envanteri

Baş Dönmesi Engellilik Envanteri, vestibüler bozukluğu olan hastaların baş dönmesi ve dengesizlik şikayetlerinden dolayı algıladıkları engeli sorgulayan 25 maddeden oluşmuş bir ankettir (62). Fonksiyonel, emosyonel ve fiziksel olmak üzere 3 bölümden oluşmaktadır. 0/2/4 yani; hayır/bazen/evet şeklinde cevaplandırılan bir ankettir. Güncel bir derlemede, Baş Dönmesi Engellilik Envanterinin vestibüler bozukluğu olan hastalarda en çok kullanılan anketlerden biri olduğu gösterilmiştir (63).

4.3.3 Vestibüler Aktivite ve Katılım Ölçeği

Vestibüler Aktivite ve Katılım Ölçeği, vestibüler bozukluklarda hastalığa özgü aktivite limitas-

yonu ve katılım kısıtlılıklarını değerlendiren bir ölçektir (64). Orijinal versiyonunda ICF'in aktivite ve katılım kategorilerini içeren 34 maddeden oluşmaktadır. Ancak 2015 yılında 12 maddeden oluşan kısaltılmış versiyonu da oluşturulmuştur (65). Vestibüler bozukluğu olan hastalarda kültürler arasında geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmıştır (64).

5. VESTİBÜLER REHABİLİTASYON UYGULAMALARI

Vestibüler bozukluğu olan hastalarda kullanılan egzersiz uygulamaları genel olarak 4 başlık altında toplanabilir. Bunlar adaptasyon egzersizleri, habituasyon egzersizleri, yerine koyma egzersizleri ve denge ve postural kontrol egzersizleridir.

5.1 Adaptasyon egzersizleri

Adaptasyon egzersizleri, özellikle unilateral hipofonksiyonu olan hastalarda kullanılan egzersizlerdir. Temel olarak amaçları, VOR uyumunu arttırarak retinal kaymayı minimalize etmek, semptomları azaltmak, baş hareketleri sırasında görsel bulanıklığı azaltmak ve postural kontrolü geliştirmektir. Bu egzersizler arasında, oturma pozisyonunda gözlerin bir objeye odaklanılarak horizontal ve vertikal yönde yapılan baş hareketleri, aynı şekilde gözlerin ve başın ters yönde hareket ettirildiği hareketleri, hastanın iki elinde tuttuğu nesnelere başını hareket ettirmeden sadece gözleri ile ardışık göz hareketleri yaptığı veya nesneleri izlediği egzersizler yer almaktadır (4). Adaptasyon egzersizleri hasta alıştıkça yani 15-20 dakika süre içerisinde semptomlar artmadıkça hız arttırılarak yapılabilir. Ayrıca egzersizler hasta otururken, ayakta dururken, uzanırken ve yürürken de yapılmalıdır (29). İlerleyen seanslarda hastaya egzersizler esnasında konuşma veya hesap yapma gibi ikinci bir görev verilebilir.

5.2 Alışma (Habituasyon) Egzersizleri

Habituasyon egzersizleri adaptasyon egzersizlerinin tersine, semptomları provake eden tekrarlı baş hareketleri gibi uyarılara maruz kalarak hareketle artan semptomları azaltmayı amaçlamaktadır (66). Egzersizlere önce kolay hareketler ile başlanır, sonradan hız arttırılır ve hareketler zorlaştırılır. Habituasyon egzersizleri olarak; oturmadan sırtüstü yatışa gelme, sırtüstü yatıştan oturmaya gelme, otururken sağa-sola eğilme ve doğrulma, oturmada baş rotasyonu gibi egzersizler kullanılmaktadır (4). Ancak habituasyon egzersizlerinin mekanizması ve yararları konusunda yapılan çalışmalar hala açık ve yeterli değildir.

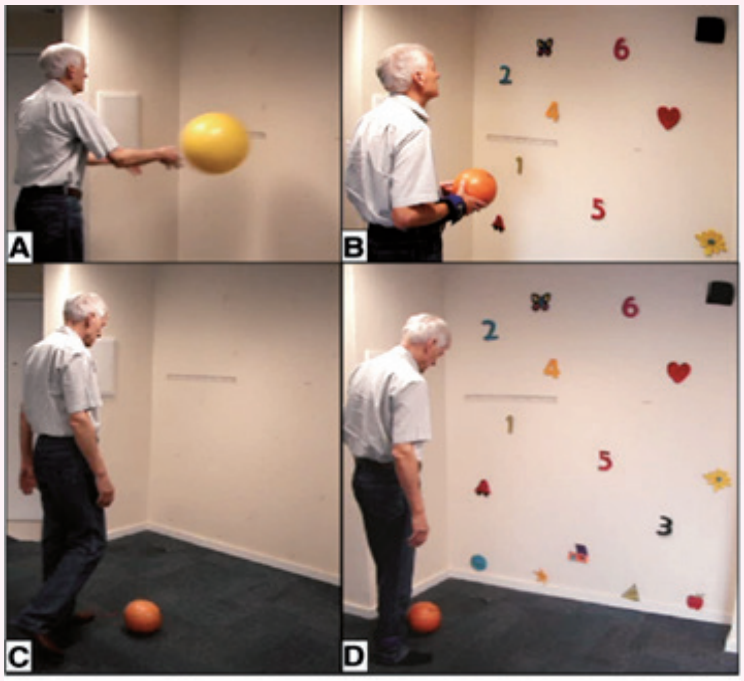
5.3 Yerine Koyma Egzersizleri

Bu egzersizler çoğunlukla biraz veya hiç vestibüler fonksiyonu kalmamış hastalarda ve unilateral kaybın kompanse edildiği hastalarda uygulanmaktadır. Bu hastalarda görsel ve proprioseptif girdileri ile bozulmuş vestibüler işlevler kompanse edilmeye çalışılır. Bu nedenle çoğunlukla egzersizler daha çok gözler kapalı, daralmış destek yüzeylerinde veya tahmin edilemeyen engebeli yüzeylerde yapılmaktadır. Yerine koyma egzersizleri olarak kullanılan egzersizler; geniş ve daraltılmış destek yüzeyinde tandem yürüme egzersiz ve ayaklar açık duruş, ayaklar bitişik duruş, tandem duruş, tek bacak duruş egzersizleri gözler açık/kapalı sert/yumuşak yüzeyde olacak şekilde yapılan egzersizlerdir (4).

5.4 Cawthorne-Cooksey Egzersizleri

- Göz hareketleri; yatarken, yavaştan hızlıya olacak şekilde tüm yönlere
- Baş hareketleri; yatarken, yavaştan hızlıya, gözler açıktan kapalıya olacak şekilde tüm yönlere
- Oturma pozisyonunda ilk iki sıradaki egzersizler
- Oturma pozisyonunda omuz elevasyonu ve omuzlarla daire çevirme hareketi
- Öne doğru eğilerek yerden bir nesne alma
- Ayakta durma pozisyonunda 1., 2. ve 4. Sıradaki egzersizler
- Gözler açık ve kapalı iken oturma pozisyonundan ayağa kalkma hareketi
- Önce göz hizasında daha sonra diz altı seviyesinden bir topu bir elden diğerine atma
- Merkezde sabit duran bir kişinin etrafında dönerken top atıp tutma hareketi
- Gözler açık ve kapalı olarak oda içinde yürüme
- Eğimli bir zeminde yukarı-aşağı gözler açık ve kapalı yürüme
- Gözler açık ve kapalı iken merdiven inip çıkma
- Bowling, basketbol gibi öne eğilip doğrulmayı gerektiren oyunlar oynama (4).

Cawthorne-Cooksey egzersizleri vestibüler rehabilitasyon uygulamaları arasında en yaygın kullanılan egzersiz yaklaşımıdır, ancak proprioseptif ve görsel bilgilerin modifikasyonunda yetersiz kalması, destek yüzeyi değişikliliği içermemesi nedeniyle eksik kaldığı düşünülmektedir (67). Bu eksiklikler göz önüne alınarak yapılan bir çalışmada, konvansiyonel Cawthorne-Cooksey egzersizleri ile multimodal Cawthorne-Cooksey



Resim 3: Top atma egzersizleri; A ve C'deki resimler konvansiyonel tip egzersizler, B ve D'deki resimler multimodal egzersizler (67).

egzersizleri karşılaştırılmıştır. Multimodal egzersiz programında konvansiyonel gruptaki egzersizler esneklik, kognisyon ve duyusal etkileşim parametrelerine uygun olarak modifiye edilmiş ve sonuçların etkili olduğu görülmüştür.

5.5 Manevralar

Kanalı yeniden pozisyonlama manevraları (Canalith Repositioning Maneuvers-CRM), BPPV'li hastalık gruplarında kullanılan manevralardır. Özellikle posterior semisirküler kanal kanalitiyazislerinde kanıt düzeyi yüksektir. Yapılan derleme çalışmalarında CRM'lerin posterior kanal BPPV'lerinde iyi tolere edilebilir ve etkili bir tedavi yaklaşımı olduğu vurgulanmıştır (68,69). Bu manevralardan sonra hastanın 48 saat dik pozisyonda durması gerektiği gibi uyulması gereken bazı kurallar vardır. 2012 yılında yapılan bir Cochrane derlemesinde manevra sonrası kurallara uymada istatistiksel olarak anlamlı fark bulunduğu ancak bu farkın küçük ve gözardı edilebilir olduğu vurgulanmış ve bu kuralları uygulamanın opsiyonel olduğu belirtilmiştir (70). BPPV'de sık uygulanan manevralar Epley ve Semont's manevralarıdır (71,72).

5.6 Diğer Uygulamalar

Yukarıda bahsedilen egzersiz yaklaşımlarına ek olarak; dual task uygulamaları, Nintendo Wii gibi sanal gerçeklik uygulamaları, elektrotaktil stimulasyon, Tai-Chi egzersizleri, akuatik fizyoterapi uygulamaları (29), posturografi ile yapılan egzersiz uygulamaları, cerrahi ile implante edilen vestibüler prostetik cihazlar ve göz ve baş hareketleriyle uyumlu cep telefonu uygulamaları da vestibüler rehabilitasyon kapsamındaki yeni uygulamalardır (73).

Vestibüler rehabilitasyonda grup terapisi yerine bireysel yapılan egzersizlerin daha etkili olduğu gösterilmiştir (29). Vestibüler rehabilitasyona erken dönemde başlanmalı, tedavi ortalama 6-8 hafta olmalı ve bireysel egzersiz programları tercih edilmelidir (74).

Toplamda 27 çalışmanın bulunduğu bir derlemede vestibüler rehabilitasyonun unilateral vestibüler hipofonksiyonu olan hastalarda iyi tolere edilebilir ve etkili bir yöntem olduğuna dair güçlü kanıtların olduğu, akut periyotta etkili olduğuna dair orta derecede kanıtların olduğu, rehabilitasyon süreci bittikten sonra gelişmelerin aylarca jorunabildiğine dair orta derecede kanıtların olduğu ve hastalardaki gelişmelerin özellikle baş dönmesi, yürüyüş ve denge bozukluğu, günlük yaşam aktivititeleri ve yaşam kalitesi başlıklarında görüldüğü ortaya konmuştur (75).

Vestibüler rehabilitasyon uygulamalarının süresi ve sıklığı ile ilgili çalışmalarda kesin bilgiler yer almamaktadır. Ancak unilateral vestibüler hipofonksiyonu olan hastalarda 4-6 haftalık tedavi periyodunun etkili olduğu, bilateral vestibüler kaybı olan hastalarda daha uzun süre tedaviye ihtiyaç duyulduğu ortaya konmuştur. Genel olarak, çoğu hasta özellikle de denge egzersizleri de yapıyorsa bire bir yaklaşık 45-60 dakika tedavi edilmelidir. Bu hastalık grubunda düşme şikayeti

çok fazla olduğu için özellikle postural kontrolü zorlayan yeni bir egzersiz denendiğinde mutlaka hasta düşme riskine karşı iyi bir şekilde korunmalıdır (23).

6. SONUÇ

Vestibüler bozukluğu olan hastalar vestibüler rehabilitasyon uygulamaları ile birlikte çok daha hızlı iyileşmektedirler. Başarılı bir rehabilitasyon süreci ile hastaların baş dönmesi şikayetleri azalarak yaşam kaliteleri artmakta, postüral kontrolleri gelişmekte, günlük aktiviteleri yaparken dengelerine güvenleri artmakta ve hastalar düşme konusunda daha az endişe duymaktadırlar.

7. TEŞEKKÜR

Seminer konumun oluşturulmasında ve sunum sürecimin her aşamasında akademik bilgi ve deneyimleriyle desteklerini esirgemeyen seminer danışmanım Yrd. Doç. Dr. Muhammed Kılınç'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

8. KAYNAKLAR

1 Sparrer, I., Duong Dinh, T.A., Ilgner, J.,Westhofen, M. (2013) Vestibular rehabilitation using the Nintendo® Wii Balance Board–a user-friendly alternative for central nervous compensation. *Acta oto-laryngologica*, 133 (3), 239-245.

2 Benlidayı, İ.C. (2014) Vestibüler rehabilitasyona güncel bakış.

3 Hain, T.C. (2011) Neurophysiology of vestibular rehabilitation. *NeuroRehabilitation*, 29 (2), 127-141.

4 Balcı, B. (2016). Vestibüler Rehabilitasyon. Ö. T. Y. A. Ayşe KARADUMAN (Ed.). Fizyoterapi ve Rehabilitasyon (c. Cilt 1, s. 517-529). Ankara: Hipokrat Kitabevi, Pelikan Litabevi, Nisan Kitabevi

5 Furman, J.M., Cass, S.P.,Whitney, S.L. (2010). Vestibular disorders: a case-study approach to diagnosis and treatment: Oxford University Press, USA.

6 Tinetti, M.E., Williams, C.S.,Gill, T.M. (2000) Dizziness among older adults: a possible geriatric syndrome. *Annals of internal medicine*, 132 (5), 337-344.

7 Ganança, M.M., Caovilla, H.H., Munhoz, M.S.L., Silva, M.L.G.d., Silva, M., Munhoz, M. ve diğerleri. (2000) Introdução: as vestibulopatias periféricas, centrais e mistas. *Silva, MLG, Munhoz MSL, Ganança MM, Caovilla HH. Quadros clínicos otoneurológicos mais comuns. São Paulo: Atheneu*, 1-8.

8 Gazzola, J.M., Ganança, F.F., Perracini, M.R., Aratani, M.C., Dorigueto, R.S.,Gomes, C.M.C. (2005) O envelhecimento e o sistema vestibular. *Fisioter. mov*, 18 (3), 39-48.

9 Herdman, S.J., Schubert, M.C.,Tusa, R.J. (2001) Strategies for balance rehabilitation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 942 (1), 394-412.

10 Brodovsky, J.R.,Vnenchak, M.J. (2013) Vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular dysfunction. *Physical therapy*, 93 (3), 293-298.

11 Porciuncula, F., Johnson, C.C.,Glickman, L.B. (2012) The effect of vestibular rehabilitation on adults with bilateral vestibular hypofunction: a systematic review. *Journal of Vestibular Research*, 22 (5, 6), 283-298.

12 Brown, K.E., Whitney, S.L., Wrisley, D.M.,Furman, J.M. (2001) Physical therapy outcomes for persons with bilateral vestibular loss. *The Laryngoscope*, 111 (10), 1812-1817.

13 Herdman, S.J., Hall, C.D.,Delaune, W. (2012) Variables associated with outcome in patients with unilateral vestibular hypofunction. *Neurorehabilitation and neural repair*, 26 (2), 151-162.

14 Schuknecht, H.F. (1969) Cupulolithiasis. *Archives of Otolaryngology*, 90 (6), 765-778.

15 Yardımcı, S., İncesulu, A., Kuran, G., Kurukahvecioğlu, S.,Erkam, Ü. (2002) Posterior Semisirküler Kanal Orijinli Benign Paroksismal Pozisyonel Vertigoda Modifiye Epley Manevrasının Etkinliği. *KBB ve BBC Dergisi*, 10, 8-15.

16 Hall, S., Ruby, R.,McClure, J. (1979) The mechanics of benign paroxysmal vertigo. *The Journal of otolaryngology*, 8 (2), 151-158.

17 Dix, M.,Hallpike, C. (1952) The pathology, symptomatology and diagnosis of certain common disorders of the vestibular system. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 45 (6), 341.

18 Zee, D.S. (1991) Adaptation to vestibular disturbances Some clinical implications. *Neuro-Ophthalmology*, 11 (2), 111-116.

19 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.

20 Wladislavosky□Waserman, P., Facer, G.W., Mokri, B.,Kurland, L.T. (1984) Meniere's disease: A 30□Year epidemiologic and clinical study in rochester, mn, 1951□1980. *The Laryngoscope*, 94 (8), 1098-1102.

21 Strupp, M.,Brandt, T. (2009) Review: Current treatment of vestibular, ocular motor disorders and nystagmus. *Therapeutic advances in neurological disorders*, 2 (4), 223-239.

22 Furman, J.M.,Whitney, S.L. (2000) Central causes of dizziness. *Physical Therapy*, 80 (2), 179-187.

23 Whitney, S., Alghwiri, A.,Alghadir, A. (2016) An overview of vestibular rehabilitation. *Handbook of clinical neurology*, 137, 187.

24 Cawthorne, T. (1944) The physiological basis for head exercises. *J Chart Soc Physiother*, 30, 106-107.

25 Cooksey, F. (1946) Rehabilitation in vestibular injuries. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*, 39 (5), 273.

26 Huy, P.,Charfi, S. (2008). [Physiological bases and practices in vestibular rehabilitation] [Bildiri].Annales d'oto-laryngologie et de chirurgie cervico faciale: bulletin de la Societe d'oto-laryngologie des hopitaux de Paris.

27 Whitney, S.L.,Rossi, M.M. (2000) Efficacy of vestibular rehabilitation. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 33 (3), 659-672.

28 Cohen, H.S., Gottshall, K.R., Graziano, M., Malmstrom, E.-M., Sharpe, M.H.,Whitney, S.L. (2011) International guidelines for education in vestibular rehabilitation therapy. *Journal of Vestibular Research*, 21 (5), 243-250.

29 Deveze, A., Bernard-Demanze, L., Xavier, F., Lavieille, J.-P.,Elziere, M. (2014) Vestibular compensation and vestibular rehabilitation. Current concepts and new trends. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*, 44 (1), 49-57.

30 Lacour, M. (2006) Restoration of vestibular function: basic aspects and practical advances for rehabilitation. *Current medical research and opinion*, 22 (9), 1651-1659.

31 Norre, M.,De Weerdt, W. (1980) Treatment of vertigo based on habituation. *The Journal of Laryngology & Otology*, 94 (07), 689-696.

32 Tee, L.,Chee, N. (2005) Vestibular rehabilitation therapy for the dizzy patient. *Ann Acad Med Singapore*, 34 (4), 289-294.
33 Alghadir, A.H., Iqbal, Z.A.,Whitney, S.L. (2013) An update on vestibular physical therapy. *Journal of the Chinese Medical Association*, 76 (1), 1-8.
34 Furman, J.M., Balaban, C.D.,Pollack, I.F. (1997) Vestibular compensation in a patient with a cerebellar infarction. *Neurology*, 48 (4), 916-920.
35 Shepard, N.T., Telian, S.A.,Smith-Wheelock, M. (1990) Habituation and balance retraining therapy: a retrospective review. *Neurologic clinics*.
36 Graziano, M. (2013) Introduction to the international classification of functioning disability and health–ICF– in the context of vestibular rehabilitation. *Journal of Vestibular Research*, 23 (6), 293-296.
37 Grill, E., Bronstein, A., Furman, J., Zee, D.S.,Müller, M. (2012) International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) Core Set for patients with vertigo, dizziness and balance disorders. *Journal of Vestibular Research*, 22 (5, 6), 261-271.
38 Üneri, A. (2005). Bilgisayarlı Dinamik Postürografi. A.F.N. (Ed.). Vertigo (s. 97-108). İzmir: İZMİR GÜVEN KİTABEVİ
39 Clendaniel, R.A. (2000) Outcome measures for assessment of treatment of the dizzy and balance disorder patient. *Otolaryngologic Clinics of North America*, 33 (3), 519-533.
40 Cohen, H.S.,Kimball, K.T. (2008) Usefulness of some current balance tests for identifying individuals with disequilibrium due to vestibular impairments. *Journal of Vestibular Research*, 18 (5, 6), 295-303.
41 Whitney, S.L., Marchetti, G.F.,Schade, A.I. (2006) The relationship between falls history and computerized dynamic posturography in persons with balance and vestibular disorders. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 87 (3), 402-407.
42 Shumway-Cook, A.,Horak, F.B. (1986) Assessing the influence of sensory interaction on balance. *Physical therapy*, 66 (10), 1548-1550.
43 Whitney, S.L.,Wrisley, D.M. (2004) The influence of footwear on timed balance scores of the modified clinical test of sensory interaction and balance. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85 (3), 439-443.
44 Wrisley, D.M.,Whitney, S.L. (2004) The effect of foot position on the modified clinical test of sensory interaction and balance. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85 (2), 335-338.
45 Cohen, H., Blatchly, C.A.,Gombash, L.L. (1993) A study of the clinical test of sensory interaction and balance. *Physical Therapy*, 73 (6), 346-351.
46 Weber, P.C.,Cass, S.P. (1993) Clinical assessment of postural stability. *Otology & Neurotology*, 14 (6), 566-569.
47 Shumway-Cook, A., Brauer, S.,Woollacott, M. (2000) Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. *Physical therapy*, 80 (9), 896-903.
48 Berg, K. (1989) Balance and its measure in the elderly: a review. *Physiotherapy Canada*, 41 (5), 240-246.
49 Berg, K.O., Wood-Dauphinee, S.L., Williams, J.I.,Maki, B. (1991) Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Canadian journal of public health= Revue canadienne de sante publique*, 83, S7-11.
50 Whitney, S., Wrisley, D.,Furman, J. (2003) Concurrent validity of the Berg Balance Scale and the Dynamic Gait Index in people with vestibular dysfunction. *Physiotherapy Research International*, 8 (4), 178-186.
51 Shumway-Cook, A., Baldwin, M., Polissar, N.L.,Gruber, W. (1997) Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults. *Physical therapy*, 77 (8), 812-819.
52 Herdman, S.J.,Clendaniel, R. (2014). Vestibular rehabilitation: FA Davis.
53 Whitney, S., Hudak, M.,Marchetti, G. (2000) The dynamic gait index relates to self-reported fall history in individuals with vestibular dysfunction. *Journal of Vestibular Research*, 10 (2), 99-105.
54 Wrisley, D.M., Walker, M.L., Echternach, J.L.,Strasnick, B. (2003) Reliability of the dynamic gait index in people with vestibular disorders. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 84 (10), 1528-1533.
55 Chien, J.H., Eikema, D.-J.A., Mukherjee, M.,Stergiou, N. (2014) Locomotor sensory organization test: a novel paradigm for the assessment of sensory contributions in gait. *Annals of biomedical engineering*, 42 (12), 2512-2523.
56 Botner, E.M., Miller, W.C.,Eng, J.J. (2005) Measurement properties of the Activities-specific Balance Confidence Scale among individuals with stroke. *Disability and rehabilitation*, 27 (4), 156-163.
57 Powell, L.E.,Myers, A.M. (1995) The activities-specific balance confidence (ABC) scale. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 50 (1), M28-M34.
58 Lajoie, Y.,Gallagher, S. (2004) Predicting falls within the elderly community: comparison of postural sway, reaction time, the Berg balance scale and the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers. *Archives of gerontology and geriatrics*, 38 (1), 11-26.
59 Friscia, L.A., Morgan, M.T., Sparto, P.J., Furman, J.M.,Whitney, S.L. (2014) Responsiveness of self-report measures in individuals with vertigo, dizziness, and unsteadiness. *Otology & Neurotology*, 35 (5), 884-888.
60 Legters, K., Whitney, S.L., Porter, R.,Buczek, F. (2005) The relationship between the activities□specific Balance Confidence Scale and the Dynamic Gait Index in peripheral vestibular dysfunction. *Physiotherapy Research International*, 10 (1), 10-22.
61 Whitney, S., Hudak, M.,Marchetti, G. (1999) The activities-specific balance confidence scale and the dizziness handicap inventory: a comparison. *Journal of Vestibular Research*, 9 (4), 253-259.
62 Jacobson, G.P.,Newman, C.W. (1990) The development of the dizziness handicap inventory. *Archives of Otolaryngology–Head & Neck Surgery*, 116 (4), 424-427.
63 Fong, E., Li, C., Aslakson, R.,Agrawal, Y. (2015) Systematic review of patient-reported outcome measures in clinical vestibular research. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 96 (2), 357-365.
64 Alghwiri, A.A., Whitney, S.L., Baker, C.E., Sparto, P.J., Marchetti, G.F., Rogers, J.C. ve diğerleri. (2012) The development and validation of the vestibular activities and participation measure. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 93 (10), 1822-1831.
65 Mueller, M., Whitney, S.L., Alghwiri, A., Alshebber, K., Strobl, R., Alghadir, A. ve diğerleri. (2015) Subscales of the Vestibular Activities and Participation questionnaire could be applied across cultures. *Journal of clinical epidemiology*, 68 (2), 211-219.
66 Shepard, N.T., Smith-Wheelock, M., Telian, S.A.,Raj, A. (1993) Vestibular and balance rehabilitation therapy. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, 102 (3), 198-205.

67 Ricci, N.A., Aratani, M.C., Caovilla, H.H.,Ganança, F.F. (2012) Effects of conventional versus multimodal vestibular rehabilitation on functional capacity and balance control in older people with chronic dizziness from vestibular disorders: design of a randomized clinical trial. *Trials*, 13 (1), 1.
68 Helminski, J.O., Zee, D.S., Janssen, I.,Hain, T.C. (2010) Effectiveness of particle repositioning maneuvers in the treatment of benign paroxysmal positional vertigo: a systematic review. *Physical therapy*, 90 (5), 663-678.
69 Hilton, M.P.,Pinder, D.K. (2014) The Epley (canalith repositioning) manoeuvre for benign paroxysmal positional vertigo. *The Cochrane Library*.
70 Hunt, W.T., Zimmermann, E.F.,Hilton, M.P. (2012) Modifications of the Epley (canalith repositioning) manoeuvre for posterior canal benign paroxysmal positional vertigo (BPPV). *The Cochrane Library*.
71 Epley, J.M. (1992) The canalith repositioning procedure: for treatment of benign paroxysmal positional vertigo. *Otolaryngology--Head and Neck Surgery*, 107 (3), 399-404.
72 Herdman, S.J. (2013) Vestibular rehabilitation. *Current opinion in neurology*, 26 (1), 96-101.
73 Whitney, S.L., Alghadir, A.H.,Anwer, S. (2016) Recent Evidence About the Effectiveness of Vestibular Rehabilitation. *Current treatment options in neurology*, 18 (3), 1-15.
74 Herdman, S.J. (2002). Reabilitação vestibular: Editora Manole Ltda.
75 Hillier, S.L.,McDonnell, M. (2011) Vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular dysfunction. *The Cochrane Library*.

Medial Patellofemoral Ligament Tamiri Sonrası Diz Rehabilitasyonu

Uzm Fzt Serdar Demirci
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Ankara, Türkiye
E-mail: serdar.demirci@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Patellar dislokasyon daha çok genç popülasyonu etkilemektedir ve yaralanmaya bağlı olarak medial patellofemoral ligamentin (MPFL) bütünlüğünde bozulma görülmektedir. MPFL patellanın laterale yer değişimini önlemede primer yumuşak doku stabilizatörüdür. Patellar stabilitenin restorasyonunda MPFL tamiri ve rekonstrüksiyonunu da içeren çok sayıda kemik ve yumuşak doku cerrahisi tanımlanmıştır. MPFL rekonstrüksiyonu patellar dislokasyonda etkili bir cerrahi tedavidir. Ancak klinik etki sadece cerrahi operasyona değil aynı zamanda cerrahi sonrası uygulanan rehabilitasyon programlarıyla da yakın ilişkilidir. Rehabilitasyonun hedefi, ilk olarak cerrahi sonrası iyileşmekte olan yumuşak dokuyu korumak, diz eklem hareket aralığının restorasyonu ve mobilizasyonu artırmaktır. Sonraki aşamada alt ekstremite kuvveti ve dinamik ekstremite stabilizasyonu üzerine odaklanılmalıdır. Rehabilitasyonun son basamağında ise spora güvenli bir şekilde dönüş ve tekrar yaralanmaları önlemek hedeflenmelidir. Bu sebeple spora özgü yön değiştirme ve rotasyonel hareketleri içeren spesifik egzersizlerin kullanıldığı yüksek kaliteli rehabilitasyon programlarına ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Patellar dislokasyon, medial patellofemoral ligament, diz rehabilitasyon

ABSTRACT

Patellar dislocation mostly affects younger population and medial patellofemoral ligament (MPFL) ruptures might be observed due to patellar dislocation. MPFL is primary soft tissue restrainer against lateral displacement of the patella. A number of bone and soft tissue surgeries including MPFL repair and reconstruction have been described in the restoration of patellar stability. MPFL reconstruction is an effective surgical treatment for patellar dislocation. However, the clinical effect is closely related not only to the surgical operation but also to the rehabilitation programs applied after surgery. Firstly, the goal of rehabilitation is to protect the soft tissue healing after surgery, to improve the restoration and mobilization of the knee joint range of motion. At the next stage, we should focus on lower extremity strength and dynamic extremity stabilization. At the end of the rehabilitation, the returning to sport safely and prevention of re-injury should be aimed. Therefore, a high-quality rehabilitation programs that use sport specific exercise including rotational movement and sports specific cutting maneuvers are needed.

Key Words: Patellar dislocation, medial patellofemoral ligament, knee rehabilitation

1. GİRİŞ

Patellar instabilite ve dislokasyon iş ve rekreasyonel aktivitelere katılımı kısıtlayan ağrılı bir durumdur (1). Tüm diz yaralanmalarının 2-3%'nü oluşturmaktadır ve diz hemartrozunun ikinci en yüksek nedenidir. Patellar dislokasyon daha çok farklı aktivite seviyelerine sahip genç popülasyonda görülmekle birlikte, 10-17 yaş arası kadınlarda görülme sıklığı daha fazladır. Bu yaralanmaların 63%'ü spor aktiviteleri sırasında oluşmaktadır (2-4).

Anatomik özellikler, fizyolojik faktörler ve travma patellar dislokasyonun nedenleri arasında sayılmaktadır. Patellanın laterale dislokasyonunda genu valgum, patella alta, ligament laksitesi, lateral patellar yumuşak dokuların kontraktürü, lateral femoral kondil hipopilazisi, laterale lokalize tibial tüberkül, vastus medialis yetersizliği, pes planus, artmış femoral anteversiyon, artmış eksternal tibial torsiyon ve troklear displazi gibi faktörlerin etkili olduğu düşünülmektedir (5). Patellofemoral eklemde herhangi bir patolojik yapı olmadan da ayak yerde sabitken femur internal ve tibia eksternal rotasyondayken patella çıkabilir. Patellar dislokasyonun en yaygın mekanizması sabit ayak üzerinde vücudun kuvvetli içe rotasyonu ve dizdeki valgus stresidir (2,6).

2. MEDİAL PATELLOFEMORAL LİGAMENT ANATOMİ VE BİYOMEKANİSİ

Pek çok yapı patellanın aşırı lateral hareketini önlemek, patellayı femoral olukta stabilize etmek ve normal dizilimini sağlamak için birlikte çalışır. Tüm diz hareketi boyunca patellar stabiliteyi sağlamada kemik anatomisi, yumuşak doku gerilimi ve kuadrisepsin dinamik hareketi önemli bir rol oynar (7). Troklear oluğun lateral duvarı medialden yaklaşık 1 cm yüksektir ve patellayı lateralden destekleyerek troklear olukta kalmasına yardım eder. Bu özellikle 20-30° üzerindeki diz fleksiyonunda temel bir destek sağlar (8,9). Patellanın uygun stabilizasyonu diz çevresindeki yumuşak doku yapılarından da etkilenmektedir. Kuadriseps nöromuskuler aktivasyonu patellayı femoral trokleaya doğru çekerken, medial patellofemoral ligament (MPFL) diz tam ekstansiyonda ve fleksiyonun erken derecelerinde maksimum yüklenmeye maruz kalır (8,10). MPFL patellayı stabilize etmede ve patellanın laterale anormal yer değiştirmesini önlemede primer yumuşak doku stabilizatörüdür. MPFL 20° diz fleksiyonunda patellanın laterale yer değiştirmesine karşı toplam kısıtlama kuvvetinin yaklaşık 60%'nı sağlarken, medial patellomeniskial ligament 13%, medial retinakulum 3% ve medial patellatibial ligament 3% katkı sağlamaktadır (9,11-13).

MPFL posterior kapsüle uzanan yüzeyel lifleriyle birlikte addüktor tüberkülün hemen distalinde, medial epikondilden patellanın medial kenarının üst üçte ikisine uzanan, ortalama 53 mm uzunluğunda 19 mm genişliğinde zayıf bir fasyal banttır (14). Ortalama gerilim kuvveti 208 N dur (15).

3. CERRAHİ VE REHABİLİTASYON

Akut lateral patellar dislokasyonu takiben 96% oranında MPFL bütünlüğünde bozulma görülmektedir ve manyetik rezonans görüntüleme ve klinik testler ile tanı konulabilmektedir (3,13). İlk lateral patellar dislokasyondan sonra sıklıkla konservatif tedavi önerilirken, ikinci dislokasyondan sonra ise genellikle cerrahi tedavi önerilmektedir. Konservatif olarak tedavi edilen hastalarda rekürrent oranı 15-44% olarak rapor edilmiştir ve kadınlarda bu oran daha yüksektir (4).

Bu yüksek rekürrent oranına bağlı olarak patellar stabilitenin restorasyonunda MPFL tamiri ve rekonstrüksiyonunu da içeren çok sayıda kemik ve yumuşak doku prosedürü tanımlanmıştır (8,16,17). Erken MPFL onarımı sağlam MPFL ye göre aynı yük altında başarısız olmaktadır ve klinik çalışmalar erken MPFL onarımı ile akut patellar dislokasyonun konservatif tedavisi arasında fark olmadığını göstermektedir (15). MPFL rekonstrüksiyonu ise MPFL tamirinden daha güvenilir bir cerrahi metottur (3,4). Cerrahide allogreft ve otogreftleride içeren pek çok teknik tanımlanmıştır. Greft olarak daha çok hamstring ve grasilis tendonu kullanılmakla birlikte kuadriseps, adduktor magnus ve tibialis anterior tendonu da kullanılmaktadır. Cerrahide karşılaşılan en yaygın komplikasyonlar ise enfeksiyon, artrofibrozis, patellar kırık, kuadriseps disfonksiyonu, pozitif apprehension testi ve eklem hareket aralığındaki azalmadır (10,18). MPFL rekonstruksiyonu esnasındaki biyomekanik çalışmalar tüm diz hareket aralığı boyunca greft uzunluğundaki değişimi azaltmak için femoral tarafta greftin anatomik yerleşiminin öneminden bahsetmektedir (14,19,20). Greftin anatomik yerleşimindeki başarısızlık patellanın hareketini sınırlamakta ve artmış medial patellofemoral strese bağlı olarak erken osteoartrite neden olmakta veya hatalı greft pozisyonu tekrarlayan instabilitelerle sonuçlanmaktadır (19-21). Ek olarak aşırı gergin otogreft ve allogreft materyalinin patellanın normal hareketini değiştirdiği gösterilmiştir (22,23).

MPFL rekonstrüksiyonu patellar dislokasyonda etkili bir cerrahi tedavidir ancak klinik etki sadece cerrahi operasyona değil aynı zamanda cerrahi sonrası uygun rehabilitasyon programlarıyla da yakın ilişkilidir (24). İlk patellar dislokasyondan sonra tedavi modalitesine bakılmaksızın yaralanma öncesi fiziksel aktivite seviyesine dönüş 44-60% arasında değişmektedir (3).

Rehabilitasyonun hedefi ilk olarak iyileşmekte olan yumuşak dokuyu korumak, eklem hareket aralığını restore etmek, inflamasyonu kontrol altına almak ve mobilizasyonu sağlamak üzerine odaklanmalıdır. Bu erken fazdan sonra kuvvetlendirme ve nöromüsküler kontrol tüm ekstremite ve kor boyunca önemlidir. Rehabilitasyonun son basamağında spora özgü yön değiştirme ve rotasyonel hareketler sırasında alt ekstremitenin dinamik kontrolüne odaklanılmalıdır. Yaralanmanın ciddiyeti, hastanın yaşı, yaralanma öncesi aktivite seviyesi rehabilitasyonun fazlarında farklılık oluşturabilir. Güncel kanıtlar patellofemoral eklem rehabilitasyonunda proksimal veya distal bozukluğa bağlı anormal alt ekstremite hareketleri gibi dinamik alt ekstremite fonksiyonlarını etkileyen konular üzerine eğilmek gerektiğini göstermektedir. Çünkü bu gibi hareketler dinamik kuadriseps açısını etkileyebilir (25,26).

3.1 Ağrı ve Ödem

MPFL rekonstrüksiyonu aktif kas kontrolünü ve hareket açıklığını etkileyen ağrılı bir süreçtir. Operasyona bağlı olarak femur medial kondil çevresinde sertlik oluşmaktadır. Cerrahi sonrası

erken dönemde bu sertliği önlemek önemlidir. Bu sebeple yumuşak doku mobilizasyonu ve skar doku masajı etkili bir manuel tedavi yöntemidir. Hareket başladıktan sonra femoral grefte bağlı skardan kaynaklanan medial diz ağrısı ve sertliği nadiren görülmektedir (26). Eklem içi efüzyon veya yumuşak doku ödemi de yine eklem hareketini engellemektedir. Efüzyon kuadriseps fonksiyonlarını inhibe etmekte ve artiküler kartilaj gibi intra artiküler yapılara zarar vermektedir (27).

Hem ağrı hem de ödemi kontrol altına almada çeşitli rehabilitasyon yaklaşımları vardır. Cerrahi sonrası ekstremitenin elevasyonu ve aktivitenin ilk 1,2 gün kısıtlanması akut inflamatuar faza rahatsızlık duymadan geçişe izin verir. Ağrı ve ödem soğuk uygulama, elektrik stimülasyonu ve kompresyon bandajı ile kontrol altına alınabilir. Yaralanma sonrası soğuk tedavilerin kullanımı ağrıyı, ödemi ve inflamasyonu kontrol altına almada geleneksel bir tedavi yöntemidir. Yine güncel tedavi yöntemlerinden kinezyo bantlama ödemi kontrol altına almada kullanılacak alternatif bir tedavi yaklaşımıdır.

3.2 Eklem Hareket Açıklığının Restorasyonu

Uzun sureli immobilizasyon, ekstrasellüler matriks dehidratasyonu ve esas maddenin kaybıyla sonuçlanır (26,28). Bu değişiklikler matriks içindeki lifler arasındaki mesafeyi azaltarak sürtünme ve yapışmaya neden olur. Bu da eklem çevresindeki ligament ve kıkırdak elastikiyetini azaltır. Buna karşılık yaralanan eklemin mobilizasyonu immobilizasyonla görülen süreçlerin tersine kolajen sentezini artırır ve yumuşak dokudaki fibrillerin en optimal düzeyde dizilimini sağlar. Cerrahiden sonra erken hareket her zaman mümkün olmayabilir fakat arzu edilen harekete mümkün olduğu kadar erken başlamaktır (26,29). Çalışmalar erken ve kontrollü hareketin iyi konumlandırılmış ve sağlam ön çapraz bağ greft fiksasyonu veya greft gelişimine zararlı olmadığını göstermiştir. Ayrıca erken hareketin, kıkırdak ve eklem çevresi yapıların sağlıklı gelişimini sağlayarak, ağrıyı azaltarak ve skar oluşumu ve kapsüler gerginlikleri engelleyerek bir bütün olarak bacağa yararlı etkileri olduğu gösterilmiştir (30).

MPFL rekonstrüksiyonu sonrası pasif tam ekstansiyon kaybı nadiren görülür. Ancak tam fleksiyonu tekrar kazanmak zor olabilir. Buna ek olarak uzun ve kısa dönem takiplerde tam aktif ekstansiyona ulaşmada başarısızlıklar rapor edilmiştir (31). MPFL rekonstrüksiyonu sonrası hareketlerde görülen zorluklar MPFL greft lokasyonu ve diseksiyonu ile ilgili olduğu görülmektedir. ACL rekonstrüksiyonu sonrası görülen diz ekstansiyonunun fiziksel bloklanması MPFL cerrahilerinde rapor edilmemiştir. Fakat kapsüler ve infra patellar yağ yastığı kontraktürü, kuadriseps inhibisyonu, greftin kötü pozisyonlanması komplikasyonlara yol açabilir (26). MPFL rekonstrüksiyonu sonrası rehabilitasyonun erken hedefi tam diz ekstansiyonunu sağlamaktır. ACL rekonstrüksiyonunun aksine pasif ekstansiyona dönüş aktif tam ekstansiyonu garanti etmez. Bu sebeple kuadriseps kuvvetlendirmeye odaklanmak gerekir.

Patella mobilizasyonu, troklear oluk içinde normal patellar hareketliliği yeniden oluşturmak için en kısa sürede, her yöne hastanın tolere edebildiği oranda yapılmalıdır (26). Birçok hastanın daha önceki patellar hiper mobiliteye bağlı tecrübelerinden dolayı önemli oranda kaygıları vardır. Mobilizasyon onların yeniden oluşan patellar stabilitesine güveni geliştirebilir. Pasif fleksiyonun dönüşü çeşitli nedenlerden dolayı zor olabilir. Greft uygun şekilde yerleştirilmedi ise fleksiyonda gerilip eklem hareketini sınırlayabilir. Rehabilitasyonun erken dönemlerinde dizin tam fleksiyonuna dikkat edilmezse travmaya veya cerrahiye bağlı yaralanan medial epikondil çevresinde kalıcı bir eklem sertliği gelişebilir. Hedef cerrahi sonrası 6. Haftada 90° fleksiyonu geçmektir. Bu hedefe ulaşılırsa diz fleksiyon limitasyonu sorun olmayacaktır. Diğer yandan 90° üzerindeki diz fleksiyonuna ulaşmadaki gecikme greft çevresinde ve medial diz yumuşak dokuları içerisine skar dokunun çoğalması ve yapışıklıkların oluşmasına izin verecektir. 6 hafta tamamlandığında fleksiyon 90° geçmezse tam diz fleksiyonunu tekrar kazanmak için manipulasyon gerekebilir (26).

3.3 Kuvvetlendirme

Ekstansör mekanizmanin cerrahilerinde kuadriseps inhibisyon ve disfonksiyona eğilimlidir. Bu sebeple kuadriseps kontrol, kuvvet ve enduransını tekrar kazanmak gerekir. Rekonstrüksiyon uygun şekilde yapılırsa kontrollü kuadriseps kontraksiyonları greft için bir tehdit oluşturmaz. Cerrahiden sonra patellar tendon ve infra patellar yağ yastığını tam uzunlukta germek ve nöromüsküler kontrolü restore etmek için kuadriseps egzersizlerine hemen başlanmalıdır. Dirençli kuadriseps ve hamstring kuvvetlendirme egzersizleri başlangıç ağrısı azalana kadar kademeli olarak ilerlemelidir. Ligament cerrahisi sonrası elektrik stimülasyonunun kuvvet kaybını azaltmada faydalı olduğunu gösteren kanıt seviyesi yüksek çalışmalar vardır. Normal yürüyüş ve kuvveti restore etmede elektrik stimülasyonu ile birlikte yapılan egzersizlerin tek başına yapılan egzersizlere üstünlüğünü gösteren pek çok çalışma vardır (26,32-34). ACL ve MPFL cerrahileri arasında farklılıklar olmasına rağmen cerrahi sonrası nöromüsküler yetersizlikler açısından yeterince ben-

zerlik vardır ve bu sebeple ACL cerrahisi sonrası başarılı bulunan stratejiler MPFL cerrahilerinden sonrada uygulanabilir (26).

3.4 Ağırlık Aktarma

MPFL rekonstrüksiyonu ister tek başına ister tibial tüberkül osteotomisi ile birlikte yapılsın eklemin aksiyel yüklenmelerinden etkilenmez. Bu nedenle bacağın aksiyel rotasyonuna izin verilmediği sürece cerrahi sonrası ağırlık aktarmayı limitlemek için geçerli hiç bir neden yoktur. Ağırlık taşıma aktiviteleri sırasında 4-6 hafta boyunca ya da en azından diz üzerindeki rotasyonel stresleri ve düşmeleri önlemek için bacağın yeterli kontrolü sağlanana kadar breys kullanılmalıdır. Erken ağırlık aktarma tam ekstansiyonda kilitli rijid bir breys ile tam korumadan koltuk değneği ile kilitler açık breyse dereceli olarak ilerlemelidir. Kuadriseps kas kuvveti restore olana kadar tam ağırlık aktarmaya dereceli olarak geçilmelidir. İyileşen greft üzerinde ağırlık aktarma süresince anormal yüklenmelere neden olabilecek kalçanın internal rotasyonu ve dizin dinamik valgusunu önlemeye dikkat edilmelidir. Çünkü patellofemoral dizilim bozukluğu olan birçok hasta da bu hareketlere katkıda bulunabilecek, proksimal ekstremite kontrol yetersizlikleri vardır (25,35). Cerrahi sonrası kuadriseps zayıflığı ve nöromüsküler inhibisyon zayıf olan proksimal kontrolle birleşince, korunmasız bir ağırlık aktarma iyileşmekte olan greft üzerinde anormal yüklenmelere neden olabilir. Yapılan çalışmalarda kemik tendon iyileşmesi için gerekli sürenin 8-12 hafta olduğu ileri sürülmektedir. Bu sebeple cerrahi sonrası ilk 3 ay herhangi bir rotasyonel hareketten kaçınmak gerekmektedir. İstenilen proksimal ekstremite kontrolü elde edilene kadar, cerrahi uygulanan dizde korunmasız tek ekstremite üzerinde durmadan kaçınılmalıdır. Ameliyat sonrası breysler, grefti tehlikeye sokacak aksiyel rotasyonel kuvvetler ve diz valgusuna neden olmayan kontrollü rehabilitasyon egzersizleri sırasında çıkarılabilir (26).

Rehabilitasyona proksimal kontrolü artırmak için cerrahi öncesi ve cerrahiden hemen sonra başlanmalıdır. Cerrahi sonrası hastalar ağırlık aktarılmayan pozisyonda kalça abdüktör, ekstansör ve ekternal rotatörlerini kuvvetlendirmeyi hedefleyen egzersizlere başlamalıdır. Gluteus medius kuvvetlendirme egzersizlerine başlanıldığında, hastalar tensor fasia latanın katılımını azaltmaya dikkat etmelidir. Çünkü bu kasın kontraksiyonu alt ekstremitenin medial rotasyonuna katkı sağlamaktadır. Hastalar, öncelikle ağırlık aktarılmayan pozisyonda proksimal kaslara odaklanmalı sonrasında ağırlık aktarılan aktivitelere ilerlemelidir. Normal yürüyüşün fasilitasyonu tüm tedavinin önemli bir bileşenidir. Fizyoterapistler özellikle kuadriseps kaçınma yürüyüşüne (diz ekstansiyonda veya hiperekstansiyonda) dikkat etmelidir. Çünkü ağırlık aktarma sırasındaki diz fleksiyonu şok absorbsiyonu için kritiktir, bu anahtar fonksiyon tibiafemoral eklemi etkileyen yüksek şiddetli reaksiyon kuvvetlerini önlemek için restore edilebilir (26,36).

Kuadriseps kaçınma yürüyüşünün primer nedeni ağrı, efüzyon ve kuadriseps zayıflığıdır. Bu gibi bozukluklarla karşılaşıldığında normal yürüyüş paternine geçmek kolay olmayabilir. Uzun sureli ağrı ve disfonksiyonu olan bir hastada bu özellikle belirgindir. Hareket paternleri öğrenilebilir ve hasta yürüyüşün anahtar bozukluklarını yeniden eğitmeye ihtiyaç duyabilir. EMG biofeedback bu amaç için etkili bir araç olabilir (26).

3.5 Dinamik Alt Ekstremite Stabilizasyonu

Fonksiyonel egzersizlere cerrahi sonrası 3. ayda başlanabilir. Bu arada hastaya alt ekstremitenin nötral uyum kavramı tanıtılmalıdır. Bu kalçanın nötral pozisyonu ile diz ve spina iliaka anterior süperiorun ayağın 2. parmağı üzerinde pozisyonlanması gibi alt ekstremitenin dizilimini gerektirir. Postüral dizilim ve simetrik kuvvetlendirme tüm egzersizler sırasında vurgulanmalıdır. Hasta başlangıç ağırlık aktarma egzersizleri sırasında uygun alt ekstremite dizilimini sağlamada zorlanırsa, femur strapleri kinestetik geri bildirim sağlamak ve propriosepsiyon ve kas kontrolünü artırmak için kullanılabilir. Ayrıca ağrı, hastanın ağırlık aktarma egzersiz programını yapmasını limitliyorsa patellofemoral eklem breysleme veya bantlama yapılabilir. Kısmi squatlar uygun ortamlarda gözetim altında başlanabilir ve proksimal kontrolü uyarmak için BOSU veya benzer egzersiz araçları ile yapılan egzersizlere ilerlenebilir (26).

Bir çok hasta egzersizler sırasında anormal postür ve hareketler sergileyebilirler. Bu sebeple uygulamanın düzgünlüğünü artırmak için yakın gözlem gerekebilir. Hasta uygun hareketi ve hedeflenen görevi anladığında, hareketi yararlı geribildirim sağlayacak bir ayna karşısında sürdürebilir. Kuvvetlendirme, kontrol ve dengede ilerlemek için tek bacak aktivitelerine başlanabilir. Bu tam sınırsız aktiviteye başlamadan önceki son adımdır. Cerrahi öncesi patellar instabiliteden kaynaklı şartlandırılmış korkuları olan pek çok hasta ve operasyon öncesi yıllarca tek ayak üzerinde duramayan bazı hastalar göz önüne alındığında rekonstrüksiyon sonrası hastaların bu basamağa ilerlemesi 5,6 aydan önce olmayabilir. Her durumda rehabilitasyonu daha ileriye götürmek için dikkatli bir değerlendirme ve ilerleyici proksimal ekstremite kontrolü gerekmektedir (26).

3.6 Spora Dönüş

Spor aktivitelere güvenli bir şekilde dönmek için spesifik egzersizlerin kullanıldığı yüksek kaliteli rehabilitasyon programlarına ihtiyaç vardır. Bu hedefe ulaşmak için alt ekstremite kas kuvvetinin ve dinamik stabilitenin iyileştirilmesi önemlidir. Lateral gövde kas eğitiminin yanı sıra kuadriseps ve pelvik stabilizatörleri kuvvetlendirmek hedeflenmelidir. Hasta eğitimi, özellikle ev egzersizlerine uyum spora dönüşteki başarıyı artıran diğer anahtar faktördür. Spora güvenli bir şekilde dönüşün kriterleri ağrı ve efüzyonun olmayışı, hareket aralığını tamamlamak, neredeyse simetrik kuvvet (85-90%) ve mükemmel dinamik stabilitedir. Cerrahi veya konservatif tedavi edilen tüm hastalarda bu kriterler uygulanabilir. İdeal olan bu kriterlerin dislokasyon sonrası 6. haftada ve cerrahi sonrası 3. ayda karşılanmasıdır (26,37). 2013 yılındaki ISAKOS spor hekimleri toplantısında ise cerrahi sonrası spora dönüşle ilgili şu kriterler alınmıştır.

- Kemik cerrahisi varsa radyolojik olarak tam bir kemik iyileşmesi
- Diz ağrısı ve diz instabilite şikayetinin olmayışı
- Tam ve tama yakın hareket aralığı
- Efüzyonun olmayışı
- Nöromuskuler eğitim ve propriosepsiyonun tamamlanmış olması
- Yeterli kor kuvveti ve endurans
- Dinamik aktivitelerde kabul edilebilir bir kontrol (star excursion balance test)
- Bacak simetri indeksi >85% sıçrama testleri, özelliklede dönme aktivitelerini içeren sporlara geri dönülürse
- Sporculara verilen spora ait hareket paterni ve yoğunluklardaki spora özel antrenmanlar sırasında fizyoterapistle yeterli performans
- Sporcu psikolojik olarak spora hazır olduğunu göstermelidir (SANE skoru > 80/100

Diz için kullanılan güvenilir ve değerli çok fazla fonksiyonel test vardır. "Single-leg squat", the "Star Excursion Balance Test" (SEBT), the "drop jump test", ve the "side-hop test" literatürde kullanılan en geçerli testlerdir (37-39). Bu testler daima her iki bacaktaki izokinetik kuvvet testlerinden sonra yapılır. Profesyonel sporcularda rehabilitasyonun hedefi yaralanma öncesi spor seviyesine dönmekken, aktivite seviyesi düşük olan kişilerde hedef aktivite seviyesini artırmak ve kuvvet ve alt ekstremite stabilitesini artırarak tekrar yaralanmaları önlemektir (37). Patellar dislokasyon sonrası spora güvenli bir şekilde dönmek için sistematik video analizlerini de içeren objektif, kaliteli değerlendirmelere ihtiyaç vardır (37). Spora dönüşe karar vermede kapsamlı bir değerlendirme şunları içermelidir; 1-klinik muayene, 2-laksitenin değerlendirilmesi, 3-kuvvetin değerlendirilmesi, 4-nöromuskuler değerlendirme ve 5-profesyonel sporcular için antrenör ve kondisyonere danışma.

Hastalar yeterli tek ekstremite dinamik kontrolü kazandıklarında kademeli olarak sporlarına dönmeleri için cesaretlendirilmelidir. Sporcuların sporlarına tamamıyla dönebilmeleri için rehabilitasyonun bu fazı süresince pliometrik egzersizler dikkate alınmalıdır. Hastalar, özelliklede sporcular tamiri yapılmış yada yaralı dokunun iyileşmesinin sürmesine izin vermek için spora dönüşte diz eklemine uyguladıkları tekrarlayıcı kuvvetleri kontrol etmelidir. Ekstansör mekanizma cerrahilerinde uzun olan iyileşme süreci boyunca kuadriseps ve kalça kaslarının kuvveti, uygulanan kontrollü dirençli egzersizlerle korunmalıdır. Çalışmalar bu hastaların serbest aktivitelere dönüşünün cerrahi sonrası 6 ay dan 1 yıla kadar süreceğini göstermektedir. İlk patellar dislokasyondan sonra tedaviye bakılmaksızın yaralanma öncesi aktivite seviyesine dönüş 44-60% olarak rapor edilmiştir (37,40).

Rehabilitasyon süresince spor aktivitelere düzgün ve güvenli bir şekilde yeniden başlamak için bazı kritik noktalar vardır. Alt ekstremite kas kuvveti özelliklede kuadriseps ve gluteus medius anahtar noktadır. Ayrıca alt ekstremite stabilizasyonunda kor kuvveti önemli bir rol oynamaktadır. Kesme manevraları sırasında gövde stabil değilse, dize uygulanan tüm yüklenmeler valgus yönündedir. Bu nedenle patellofemoral eklemde oluşturulan bu durum patellar dislokasyon için bir risk faktörüdür (10,37,41-43). Tekrar yaralanmalardan kaçınmak için alt ekstremitenin stabilizasyonu, rehabilitasyon programının sonunda kazanılmış olmalıdır. Kesme manevraları, yön değiştirme ve engebelli zeminde koşma patellar dislokasyon için algılanan en büyük risk faktörüdür. Bu nedenle rehabilitasyon programının hedefi, kesme manevraları, yana sıçrama ve ani yön değişikliklerini de içeren farklı yüzeylerdeki spesifik egzersizleri kullanarak alt ekstremitenin stabilitesine odaklanmak olmalıdır (1,37). Rehabilitasyon programının son fazı sırasında diğer bir önemli faktör spora özel spesifik hareketlerin programa dahil edilmesidir. Sporculara yaptıkları spor ve gereksinimlerine bağlı olarak spora özgü özel yüklenme programları hazırlanmalıdır (37,44,45).

Rehabilitasyon programı aşağıdaki gibi planlanabilir;

FAZ I: CERRAHİ SONRASI İLK 6 HAFTA

- Rehabilitasyonun Hedefleri
- Cerrahi sonrası iyileşmekte olan yumuşak dokuyu korumak,
- Normal diz hareket aralığının restorasyonu (tam diz ekstansiyonu ve dereceli diz fleksiyonu)
- İnflamasyon, ağrı ve ödemi kontrol altına almak
- Kassal atrofiyi önlemek ve alt ekstremite kuvvet ve esnekliğini artırmak
- Normal yürüyüşün restorasyonu

Dikkat Edilecekler

- Günlük aktivitelerde ve yürüyüş sırasında breys ekstansiyonda kilitli olmalıdır, (kuadriseps kontrolü kazanılana kadar)
- Kuadriseps kas kuvveti restore olana kadar tam ağırlık aktarmaya dereceli olarak geçilmelidir,
- Cerrahi tarafta ağrı ve aşırı strese neden olacak dönme aktivitelerinden kaçınılmalıdır.

Tedavi Programı

- Soğuk uygulama (2-3 saatte bir 15 dk/ gün)
- Egzersizlerle kombine nöromuskuler elektirik stimülasyonu (30 dk)
- Kuadriseps izometrik, düz bacak kaldırma (farklı yönlerde)
- Topuk kaydırma, duvarda topuk kaydırma (ağrı sınırında)
- Core egzersizleri, köprü kurma, midye egzersizi
- Egzersiz lastiği ile ayakta dört yöne adım alma
- Germe egzersizleri (ihtiyaca göre hamstring, gastrosoleus ve iliotibial band)
- Endurans egzersizleri (Üst ekstremite bisiklet ergometresi vb.)
- Manuel tedavi (yumuşak doku mobilizasyonu, patella mobilizasyonu, skar doku masajı)
- Bantlama

FAZ II: 6-12 HAFTA

Rehabilitasyonun Hedefleri

- Cerrahi tarafı korumak, tam eklem hareket açıklığı,
- Kas kuvveti ve enduransını artırmak, kardiovaskuler enduransı artırmak
- Yürüyüş, denge ve propriosepsiyonu geliştirmek
- Tek düzlemde kapalı kinetik zincir egzersizlerde ilerleme
- Basamak ve kısmi squatıda içeren kısa ark fonksiyonel hareketlerde ağrının olmaması

Dikkat Edilecekler

- Greft aşırı stresden korunmalıdır (tek ekstremite üzerinde dönme aktivitelerinde dikkat)
- İyileşen greft üzerinde ağırlık aktarma süresince ve egzersizler sırasında anormal yüklenmelere neden olabilecek kalçanın internal rotasyonu ve dizin dinamik valgusunu önlemeye dikkat edilmelidir
- İstenilen proksimal ekstremite kontrolü elde edilene kadar opere tarafta tek ekstremite üzerinde durmadan kaçınılmalıdır
- Çok düzlemli hareketler ve derin diz fleksiyon (> 90°) hareketlerine dikkat edilmeli

Tedavi Programı

- Faz I egzersizlerinde ilerleme (direnci artırarak ve farklı yüzeylerde)
- Bilateral squat (yumuşak ped ve BOSU üzerinde)
- Manuel tedavi (yumuşak doku ve eklem mobilizasyonu ihtiyaç duyulduğunda)
- Basamak egzersizleri, lunge egzersizleri (sagital ve frontal düzlem)
- Eklem hareket açıklığında dereceli ilerleme (PNF vb.)
- Denge ve propriosepsiyon egzersizlerinde ilerleme
- Fonksiyonel tek yönde kapalı kinetik zincir egzersizleri
- Kardiyovaskuler endurans egzersizleri (yüksek sele sabit bisiklet, eliptik bisiklet vb.)

FAZ III: 3-6 AY

Rehabilitasyon Hedefleri

- Maksimum kuvvet ve endurans ve core kuvvetinde iyileşme
- Denge ve propriosepsiyonda ilerleme
- Dinamik alt ekstremite stabilizasyonu
- Fonksiyonel egzersizlere hazırlık (spora özel egzersizler)

Dikkat Edilecekler

- Cerrahi tarafta aşırı stresden kaçınılmalıdır

Tedavi Programı

- Faz II egzersizlerinde ilerleme
- Farklı yönlerde kapalı kinetik zincir egzersizleri
- Spora özel egzersizler (sıçrama ve çeviklik egzersizleri)
- Kalça ve core kuvvetlendirmede ilerleme (dirençli ve stabil olmayan yüzeylerde)
- Denge ve propriosepsiyon egzersizlerinde ilerleme (tek ekstremite basamak ve tek ekstremite denge tahtası, BOSU ve ped)

FAZ IV: SPORA DÖNÜŞ

Rehabilitasyon Hedefleri

- Spor aktivitelerine tam dönüş

Dikkat Edilecekler

- Ağrısız aktivite ve egzersiz sonrası ödeme dikkat

Tedavi Programı

- Spora özel aktiviteler (pliometrik egzersizler, çok yönlü çeviklik egzersizleri,
- Progresif core kuvvetlendirme egzersizleri
- Kardiovaskuler endurans egzersizler (progresif koşu egzersizleri)

4. SONUÇ

Patellar dislokasyon daha çok genç aktif popülasyonda görülen bir patolojidir. Araştırmalar lateral patellar dislokasyonun tedavisinde MPFL rekonstrüksiyonunun önemli bir cerrahi seçenek olduğunu göstermektedir. Ancak literatürde MPFL cerrahileri sonrası rehabilitasyonun sonuçlarıyla ilgili oldukça az çalışma vardır. Yapılan az sayıda çalışmada ise spesifik egzersizlerin kullanıldığı yüksek kaliteli rehabilitasyon programlarına ihtiyaç duyulduğu gösterilmektedir.

5 TEŞEKKÜR

Değerli hocam ve danışmanım Prof. Dr. Volga Bayrakcı TUNAY' a tüm katkı ve desteklerinden dolayı teşekkür ederim.

6 KAYNAKLAR

1 Smith, T.O., Donell, S.T., Chester, R., Clark, A.,Stephenson, R. (2011) What activities do patients with patellar instability perceive makes their patella unstable? *The Knee*, 18 (5), 333-339.

2 Sillanpaa, P., Mattila, V.M., Iivonen, T., Visuri, T.,Pihlajamaki, H. (2008) Incidence and risk factors of acute traumatic primary patellar dislocation. *Medicine and science in sports and exercise*, 40 (4), 606.

3 Stefancin, J.J.,Parker, R.D. (2007) First-time traumatic patellar dislocation: a systematic review. *Clinical orthopaedics and related research*, 455, 93-101.

4 Fithian, D.C., Paxton, E.W., Stone, M.L., Silva, P., Davis, D.K., Elias, D.A. ve diğerleri. (2004) Epidemiology and natural history of acute patellar dislocation. *The American journal of sports medicine*, 32 (5), 1114-1121.

5 Deie, M., Ochi, M., Sumen, Y., Adachi, N., Kobayashi, K.,Yasumoto, M. (2005) A long-term follow-up study after medial patellofemoral ligament reconstruction using the transferred semitendinosus tendon for patellar dislocation. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 13 (7), 522-528.

6 Nikku, R., Nietosvaara, Y., Aalto, K.,Kallio, P.E. (2009) The mechanism of primary patellar dislocation: trauma history of 126 patients. *Acta orthopaedica*, 80 (4), 432-434.

7 Duchman, K.R., DeVries, N.A., McCarthy, M.A., Kuiper, J.J., Grosland, N.M.,Bollier, M.J. (2013) Biomechanical evaluation of medial patellofemoral ligament reconstruction. *The Iowa orthopaedic journal*, 33, 64.

8 Bicos, J., Fulkerson, J.P.,Amis, A. (2007) Current concepts review the medial patellofemoral ligament. *The American Journal of Sports Medicine*, 35 (3), 484-492.

9 Minkowitz, R., Inzerillo, C.,Sherman, O.H. (2007) Patella instability. *Bulletin-Hospital For Joint Diseases New York*, 65 (4), 280.

10 Fisher, B., Nyland, J., Brand, E.,Curtin, B. (2010) Medial patellofemoral ligament reconstruction for recurrent patellar dislocation: a systematic review including rehabilitation and return-to-sports efficacy. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 26 (10), 1384-1394.

11 Panagiotopoulos, E., Strzelczyk, P., Herrmann, M.,Scuderi, G. (2006) Cadaveric study on static medial patellar stabilizers: the dynamizing role of the vastus medialis obliquus on medial patellofemoral ligament. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 14 (1), 7-12.

12 Desio, S.M., Burks, R.T.,Bachus, K.N. (1998) Soft tissue restraints to lateral patellar translation in the human knee. *The American journal of sports medicine*, 26 (1), 59-65.

13 Nomura, E., Horiuchi, Y.,Inoue, M. (2002) Correlation of MR imaging findings and open exploration of medial patellofemoral ligament injuries in acute patellar dislocations. *The Knee*, 9 (2), 139-143.

14 Amis, A., Firer, P., Mountney, J., Senavongse, W.,Thomas, N. (2003) Anatomy and biomechanics of the medial patellofemoral ligament. *The Knee*, 10 (3), 215-220.

15 Mountney, J., Senavongse, W., Amis, A.,Thomas, N. (2005) Tensile strength of the medial patellofemoral ligament before and after repair or reconstruction. *Bone & Joint Journal*, 87 (1), 36-40.

16 Camp, C.L., Krych, A.J., Dahm, D.L., Levy, B.A.,Stuart, M.J. (2010) Medial patellofemoral ligament repair for recurrent patellar dislocation. *The American journal of sports medicine*, 38 (11), 2248-2254.

17 Farr, J.,Schepsis, A.A. (2006) Reconstruction of the medial patellofemoral ligament for recurrent patellar instability. *Journal of Knee Surgery*, 19 (04), 307-316.

18 Reagan, J., Kullar, R.,Burks, R. (2015) MPFL reconstruction: technique and results. *Orthopedic Clinics of North America*, 46 (1), 159-169.

19 Stephen, J.M., Lumpaopong, P., Deehan, D.J., Kader, D.,Amis, A.A. (2012) The medial patellofemoral ligament location of femoral attachment and length change patterns resulting from anatomic and nonanatomic attachments. *The American journal of sports medicine*, 40 (8), 1871-1879.

20 Elias, J.J.,Cosgarea, A.J. (2006) Technical Errors During Medial Patellofemoral Ligament Reconstruction Could Overload Medial Patellofemoral Cartilage A Computational Analysis. *The American journal of sports medicine*, 34 (9), 1478-1485.

21 Bollier, M., Fulkerson, J., Cosgarea, A.,Tanaka, M. (2011) Technical failure of medial patellofemoral ligament reconstruction. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 27 (8), 1153-1159.

22 Beck, P., Brown, N.A., Greis, P.E.,Burks, R.T. (2007) Patellofemoral contact pressures and lateral patellar translation after medial patellofemoral ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*, 35 (9), 1557-1563.

23 Philippot, R., Boyer, B., Testa, R., Farizon, F.,Moyen, B. (2012) Study of patellar kinematics after reconstruction of the medial patellofemoral ligament. *Clinical Biomechanics*, 27 (1), 22-26.

24 Zhang, F., Wang, J.,Wang, F. (2014) Comparison of the clinical effects of open and closed chain exercises after medial patellofemoral ligament reconstruction. *Journal of physical therapy science*, 26 (10), 1557.

25 Powers, C.M. (2003) The influence of altered lower-extremity kinematics on patellofemoral joint dysfunction: a theoretical perspective. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 33 (11), 639-646.

26 Fithian, D.C., Powers, C.M.,Khan, N. (2010) Rehabilitation of the knee after medial patellofemoral ligament reconstruction. *Clinics in sports medicine*, 29 (2), 283-290.

27 Palmieri-Smith, R.M., Kreinbrink, J., Ashton-Miller, J.A.,Wojtys, E.M. (2007) 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*, 35 (8), 1269-1275.

28 Noyes, F.R. (1977) Functional properties of knee ligaments and alterations induced by immobilization: a correlative biomechanical and histological study in primates. *Clinical orthopaedics and related research*, 123, 210-242.

29 Häggmark, T.,Eriksson, E. (1979) Cylinder or mobile cast brace after knee ligament surgery A clinical analysis and morphologic and enzymatic studies of changes in the quadriceps muscle. *The American journal of sports medicine*, 7 (1), 48-56.
30 Manske, R.C., DeCarlo, M., Davies, G.J.,Paterno, M. (2009) Anterior cruciate ligament reconstruction: rehabilitation concepts.
31 Thaunat, M.,Erasmus, P.J. (2009) Management of overtight medial patellofemoral ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 17 (5), 480-483.
32 Wigerstad-Lossing, I., Grimby, G., Jonsson, T., Morelli, B., Peterson, L.,Renström, P. (1988) Effects of electrical muscle stimulation combined with voluntary contractions after knee ligament surgery. *Medicine and science in sports and exercise*, 20 (1), 93-98.
33 Snyder-Mackler, L., Ladin, Z., Schepsis, A.A.,Young, J. (1991) Electrical stimulation of the thigh muscles after reconstruction of the anterior cruciate ligament. Effects of electrically elicited contraction of the quadriceps femoris and hamstring muscles on gait and on strength of the thigh muscles. *J Bone Joint Surg Am*, 73 (7), 1025-1036.
34 Beynnon, B.D., Johnson, R.J., Abate, J.A., Fleming, B.C.,Nichols, C.E. (2005) Treatment of anterior cruciate ligament injuries, part I. *The American journal of sports medicine*, 33 (10), 1579-1602.
35 Souza, R.B.,Powers, C.M. (2009) Differences in hip kinematics, muscle strength, and muscle activation between subjects with and without patellofemoral pain. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 39 (1), 12-19.
36 Perry, J., Antonelli, D.,Ford, W. (1975) Analysis of knee-joint forces during flexed-knee stance. *J Bone Joint surg am*, 57 (7), 961-967.
37 Ménétrey, J., Putman, S.,Gard, S. (2014) Return to sport after patellar dislocation or following surgery for patellofemoral instability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 22 (10), 2320-2326.
38 Whatman, C., Hume, P.,Hing, W. (2013) Kinematics during lower extremity functional screening tests in young athletes–are they reliable and valid? *Physical Therapy in Sport*, 14 (2), 87-93.
39 Grindem, H., Logerstedt, D., Eitzen, I., Moksnes, H., Axe, M.J., Snyder-Mackler, L. ve diğerleri. (2011) Single-legged hop tests as predictors of self-reported knee function in nonoperatively treated individuals with anterior cruciate ligament injury. *The American journal of sports medicine*, 39 (11), 2347-2354.
40 Sillanpää, P.J.,Arendt, E. (2012) Reconstruction of the medial patellofemoral ligament using the adductor magnus tendon. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 28 (12), 1749.
41 Hewett, T.E.,Myer, G.D. (2011) The mechanistic connection between the trunk, knee, and anterior cruciate ligament injury. *Exercise and sport sciences reviews*, 39 (4), 161.
42 Syme, G., Rowe, P., Martin, D.,Daly, G. (2009) Disability in patients with chronic patellofemoral pain syndrome: a randomised controlled trial of VMO selective training versus general quadriceps strengthening. *Manual therapy*, 14 (3), 252-263.
43 Barton, C.J., Lack, S., Malliaras, P.,Morrissey, D. (2012) Gluteal muscle activity and patellofemoral pain syndrome: a systematic review. *British journal of sports medicine*, bjsports-2012-090953.
44 Bizzini, M., Hancock, D.,Impellizzeri, F. (2012) Suggestions from the field for return to sports participation following anterior cruciate ligament reconstruction: soccer. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 42 (4), 304-312.
45 Kokmeyer, D., Wahoff, M.,Mymern, M. (2012) Suggestions from the field for return-to-sport rehabilitation following anterior cruciate ligament reconstruction: alpine skiing. *journal of orthopaedic & sports physical therapy*, 42 (4), 313-325.

Skleroderma ve Rehabilitasyonu

Fzt Gamze ARIN, Prof Dr Edibe ÜNAL
Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
e-mail: gamzearin@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Skleroderma, kronik, otoimmün bir yumuşak doku hastalığını ifade eder. Bu hastalık damarlar, deri, sinovyum, iskelet kası ve iç organlarda inflamasyon ve fibrozis ile karakterize özellikler gösterir ve kişinin yaşam kalitesini olumsuz yönde etkiler. Tarih içerisinde hastalığın etkilediği organ çeşitliliğindeki artışın keşfedilmesi ile tedavi seçenekleri açısından çok yönlü yaklaşımlara ihtiyaç doğmaktadır. Günümüzde fizik tedavi ve rehabilitasyon yaklaşımlarının amacı hastalık nedeniyle oluşan yaşam kalitesindeki düşüş ve fonksiyon kayıplarını önlemektir.

Anahtar Kelimeler: Skleroderma, sistemik skleroz, rehabilitasyon

ABSTRACT

Scleroderma refers to a chronic, soft-tissue autoimmune disease. This disease shows features characterized by inflammation and fibrosis of blood vessels, skin, synovium, skeletal muscle and internal organs and affects people's quality of life negatively. The increase in diversity of the organs affected by the disease was discovered in history. Therefore it arises the need for multi-faceted approach to the treatment options. Today, the purpose of physical therapy and rehabilitation approach is to prevent the decline in the quality of life and loss of function caused by the disease.

Key Words: Scleroderma, systemic sclerosis, rehabilitation

1. GİRİŞ

Skleroderma, latince 'sert' anlamına gelen 'skleros' ve 'deri' anlamına gelen 'derma' kelimelerinin birleşiminden oluşur ve 'sert deri' demektir. Kronik, otoimmün bir yumuşak doku hastalığını ifade eder. Bu hastalık damarlar, deri, sinovyum, iskelet kası ve iç organlarda inflamasyon ve fibrozis ile karakterize özellikler gösterir ve kişinin yaşam kalitesini olumsuz yönde etkiler.

2. TARİHÇE

Skleroderma çok yaygın olmamasına rağmen, nadir görülen bir hastalık da değildir. Eski çağlarda sklerodermaya sahip kişiler olduğu düşünülen ilk kayıtlı tanımlamalar Hipokrat ve Galen tarafından yapılmıştır. Hipokrat (İÖ.460-370) ilk skleroderma vakasını 'çimdiklenemeyecek kadar sertleşmiş derisi olan bir Atinalı' olarak betimlemiştir. Galen (MS.130-299) ise yaptığı bir hastalık tanımında 'kalınlaşma, beyaz noktalar, pigmentasyon ve ter bezlerinin yokluğuyla birlikte bir tür gözenek tıkanması' olarak belirtmiştir (1,2). Fakat kesin olarak yapılan ilk tanımın 1753 yılında İtalyan doktor Carlo Curzio tarafından yapıldığı görülür. 17 yaşında bir vakanın anlatıldığı raporunda doktor Curzio, hastalığı 'gergin göz kapakları, ağız açma güçlüğü, deri soğukluğu' ile tasvir ederken 'normal duyu ve sorunsuz respiratuar, gastrointestinal ve renal bulgulara sahip olduğunu belirtmiştir. Vakanın tedavisinde kullanılan süt ile buhar banyoları, kanatmalar ve az dozda cıva kullanımı ile 11 ay sonunda deride rahatlama sağlandığı söylenmiştir (3). Bu tasvir günümüzde diffüz skleroderma olarak belirtilen skleroderma sınıflaması ile örtüşmektedir.

19.yy'da sadece bir deri hastalığı olarak düşünülmesine rağmen bazı vakalarda iç organ tutulumlarının olması, eşlik eden başka bir hastalık varlığı olarak düşünülmekteydi. 20.yy'ın sonlarına doğru Matsui'nin, bu hastalığın sklerotik ve vasküler değişikliklere neden olduğunu ve bütün vücudu genel olarak etkilediğini belirtmesi üzerine bu düşünce değişmiştir (4).

Bütün bu bulgulara rağmen hastalık hala genel olarak dermatolojik bir hastalık olarak belirtilmektedir. Fakat içerdiği etkilenimler göz önüne alındığında, hastalık konnektif doku hastalığı olmasının yanında vasküler ve otoimmün bir has-

talık olma özelliği taşıdığı da görülmektedir. Hastalıkların içerdiği organlara göre sınıflandırılması sebebiyle sklerodermanın hangi hastalık sınıfına girdiğini belirlemek hususunda yaşanan çelişkiler sonunda, etyolojisinde otoantikorların varlığı kesinleştiğinden beri immünolojik bir hastalık olarak sınıflandırılmış durumdadır (5).

3. ETYOLOJİ

Hastalığın etyolojisi, genetik ve çevresel faktörlerin etkisi gösterilmesine karşın tam olarak aydınlatılamamıştır.

Skleroderma kadınlardan erkeklerden yaklaşık 8 kat daha fazla görülür. Çoğu hastada başlangıç doğurganlık çağı sonrasına denk gelmektedir (6).

Genetik faktörlerin etkisinin araştırıldığı çalışmalarda birinci derece yakınlarında skleroderma bulunan kişilerde hastalık gelişme riskinin arttığı gösterilmiş ve bu değerin normalde %0,026 birinci derece yakınlarda % 1,6 olarak belirtilir (7). İkiz kardeşlerin eş hastalanma oranı %4,7 olarak bildirilmesine rağmen anti-nükleer antikor uyumunun çok daha yüksek olduğu gösterilmiştir (tek yumurta için %90, çift yumurta için %40) (8).

Mesleki uğraşılar nedeniyle vinil klorid, silika tozları, L-triptofan, meme silikon implantları ve organik çözücülüre maruziyet skleroderma etyolojisinde çevresel faktörler olarak gösterilmektedir (9).

Ayrıca çeşitli bakteriyel ve/veya viral enfeksiyöz ajanların (helikobakter pilori, sitomegalovirüs, parvovirüs B19, Epstein-Barr virüs ve retrovirüs gibi) da skleroderma etyolojisinde rol alıyor olabileceği gösterilmiştir (10).

4. PATOFİZYOLOJİ

Hastalığın erken fazında dermiste özellikle kan damarları etrafında toplanmış mononükleer hücreler tespit edilmiştir. Bu monosit ve lenfositlerin çözülebilir ürünleri hastalık sürecinde patogenetik bir öneme sahip olabilir. Daha sonrası, hücresel infiltrasyon ile fibrozisler tendonları, sinirleri, kas demetlerini ve eklem kapsüllerini çevreleyen konnektif dokuya yerleşir. Final sürecinde fibrosiz daha az belli olabilirken, epidermiste incelme ve ikincil organ kayıpları ön plana çıkmaktadır (11).

Sklerodermada IL-4, TGF-beta ve IL-17 gibi T lenfosit aracılı sitokinler ve T lenfosit aktivasyon belirteçlerinden olan IL-2 reseptör ekspresyonlarının arttığı belirtilmiştir. Aktive olan T lenfositler fibroblastlara bağlanarak doğrudan veya IL-4 ve TGF-beta gibi profibrotik sitokinler aracılıyla fibroblastik aktivasyona neden olur. Bu aktivasyonun sonucunda kollajen, fibronektin gibi ekstrasellüler matriks yapıtaşlarının sentezinde artış görülür (12,13). Ekstrasellüler matriks yapıtaşlarındaki yapım-yıkım dengesinin yapım yönünde artışla bozulması sonucu fibroz doku üretimi oluşmaktadır (14). IL-17 ise intersellüler hücre ve vasküler hücre adezyon moleküllerinin üretimini artırır ve inflamatuar hücre inflamasyonuna katkı sağlamış olur (12,13). Endotelyal hücre kültürlerine fibroblast büyüme faktörü-1 (15) veya TNF-alfa ile IL-1beta (16) gibi proinflamatuar sitokinler eklendiğinde endotelyal hücrelerin myofibroblastik hücrelere dönüştüğünü gösteren çalışmalar vardır.

Sklerodermanın patolojisi endotelial hücre aktivasyonu ve mikrovasküler hasar ile açıklanmaktadır. İnflamatuar fazda mononükleer hücre infiltrasyonu görülür. Bu infiltrasyon ile konnektif doku büyümesini tetikleyen sitokin salınımları gerçekleşir. Daha sonra hastalığın sklerotik fazı tetiklenerek fibroblast ve myoblast hücrelerin hakimiyeti artar. ANA reaktivitesinin görülmesi, sklerodermaya özel otoantikorların görülmesiyle serolojik özelliklere de yansıma olur (17). Ek olarak lokalize sklerodermada sistemik formlarında olduğu gibi fibrilin1 içeren ekstrasellüler matriks içeriklerine karşı minör reaktiviteler de görüldüğü bildirilmiştir (18). Bu ortak özellikler bu hastalıklar için benzer bir patojenik mekanizmanın bulunduğunu ve benzer genetik ve çevresel yatkınlıkların altta yatan neden olduğunu göstermektedir.

Vaskülopati ile ilişkili Raynaud Fenomeni ve kapilleroskopik anomaliler skleroderma için öncül bulgulardır. Vaskülopati endotelyal hasar sonucu inflamatuar hücre adezyonu ve migrasyonuna neden olur ve fibrointimal proliferasyon ve epizodik vazospazmlar ile karakterizedir (19). Bu proliferasyonun nedeni tam olarak bilinmemekle birlikte iskemiyle sonuçlanmaktadır.

5. SINIFLANDIRMA

Günümüzde skleroderma grubu hastalıklar deri tutulum derecesine göre sınıflandırılmaktadır. 1980 yılında yapılan bu sınıflandırma lokalize skleroderma ve sistemik skleroderma (sistemik skleroz) şeklinde iki ana klinik gruba ayrılmaktadır (20). Sınıflandırmaya dair ayrıntılar Tablo.1.'de özetlenmiştir (Tablo.1.)

Tablo.1. Skleroderma ve Sistemik Skleroz Sınıflandırması

Sınıflandırma	Tanım
Lokalize Skleroderma	
Plak morphea	Lineer bir dizilimin izlemediği, 4 taneden az, lokalize skleroderma alanı bulunur. Yüz genelde etkilenmez.
Generalize morphea	4 veya daha fazla lokalize skleroderma alanı bulunur. Çok yaygın olabilir fakat elleri tutmaz. Raynaud Fenomeni genellikle yoktur.
Lineer skleroderma	Lineer bir dizilimde görülen lokalize skleroderma vardır. Sıklıkla başı ve kafa derisini etkiler. Genellikle asimetriktir. Çoğu çocukluk çağı sklerodermasından kalır. Major büyüme geriliğine sebep olabilir. Çeşitleri: *en coup de sabre* ve hemifasiyal atrofi.
Sistemik Skleroz	
Diffüz kutaneöz sistemik skleroz	Proksimalden dizler, dirsekler ve boyna uzanan deri tutulumu vardır. Yaklaşık 30%'u SSc vakası. İnflamatuar özellikleri ilk üç yılında daha belirgindir. Renal ve pulmoner tutulumu çok yaygındır. Raynaud Fenomeni ilk bulgu olarak görülmeyebilir.
Limitli kutaneöz sistemik skleroz	Distal deri tutulumu vardır. Vasküler değişiklikler inflamasyondan önce gelişir. Raynaud Fenomeni her zaman ilk belirtidir. Yaklaşık 60%'ı SSc vakasıdır. Ciddi barsak tutulumu ve izole pulmoner hipertansiyon çok sık görülür. Akciğer fibrozisleri ve renal tutulum da görülmektedir.
Overlap (çakışan) sendromlar	SSc vakaları fakat SLE, miyozit, poliartrit gibi diğer romatolojik hastalıklar da eşlik edebilir. SSc vakalarının yaklaşık %15-20'si çakışma sendromudur.
Sine skleroderma	Vasküler, serolojik ve organ tutulumu belirteçleri bulunur fakat deri tutulumu yoktur. %5'ten az SSc vakasında görülür.

SLE, sistemik lupus eritematozus; SSc, sistemik skleroz; RF, raynaud fenomeni. (11)

6. FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON UYGULAMALARI

Skleroderma kompleks tutulumlar gösterdiğinden literatürde rehabilitasyon alanında kısıtlı sayıda çalışmaya rastlanmaktadır.

Hastalığın fonksiyonelliği ve yaşam kalitesini erken dönemden itibaren etkilemesi nedeniyle çalışmaların daha çok el ve oral tutulumu olan hastalarda yapıldığı görülmektedir. Yüz ve oral apertura tutulumlarına yönelik ağız açıklığını ve fonksiyonelliğini artırmak amaçlı yapılan çalışmalarda olumlu gelişmeler belirtilmiştir. Pizzo ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada 18 hafta boyunca uygulanan ağız çevresine ve çene eklemine yönelik germelerin, ağız açıklığı 30 mm'den az olan kişilerde iyileşme sağladığı gösterilmiştir (21). Yuen ve arkadaşlarının yaptığı başka bir çalışmada ağız çevresine ve çene eklemine yönelik germeler ile ağız bakımı karşılaştırılmış ve 3 ay boyunca her gün yapılan 6 dakikalık egzersizlerin sadece ağız bakımı yapılan gruba kıyasla iyileşmeler gösterdiği bulunmuştur (22). Aynı çalışmada altıncı ayda yapılan kontrollerde ise üçüncü aya kıyasla bir fark bulunamamıştır. Biyomekanik stimülasyon terapisinin kullanıldığı bir çalışmada 3 hafta boyunca haftada 5 gün, 30 dakikalık yoğun uygulamanın, haftada 3 gün 20 dakikalık uygulamaya göre daha etkin olmakla birlikte her iki grupta da gelişmeler olduğu gösterilmiştir (23).

Maddali Bongi ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, 20 sklerodermalı bireye (10 çalışma,10 kontrol) ihtiyaçlarına yönelik uygulanan rehabilitasyon programında yüze yönelik egzersizlerin yanında McMennel eklem manipülasyonları, karada yapılan egzersiz programı ile respiratuar egzersizler yapılmış ve ihtiyaç duyulan durumlarda lenf drenajı eklenmiştir. Bireylere yapılan yaşam kalitesi değerlendirmesi, el fonksiyon değerlendirmesi eklem hareket açıklığı, oral apertura ve genel sağlık değerlendirme parametrelerinin hepsinde 9 haftalık tedavi sonunda gelişmeler gösterilmiştir. Fakat tedavi sonrası yapılan 9 haftalık takip sonunda ağız mobilitesi ve fonksiyonelliği ile genel sağlık durumunda azalma olurken el fonksiyonelliğinin korunduğu görülmüştür (24).

Ev programı şeklinde verilen el eklemlerine yönelik germe egzersizlerinin hem eklem hareket açıklığında artış, hem de yaşam kalitesinde artış sağladığını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır (25,26).

El tutulumlarına yönelik olarak yapılan egzersizler yanında parafin uygulamasının da yapıldığı çalışmalarda 1 aylık bir tedavi sonunda el mobilitesi, sertlik hissi ve elastikiyetinde iyileşme görüldüğü sonuçlarına varılmıştır (27,28). Elde oluşan ödemin giderilmesine yönelik manuel lenf drenajından faydalanılabileceğini (29) ve aynı zamanda soğuk hassasiyeti nedeniyle kullanılması gereken eldivenlerin egzersizlerin etkisini ve parmak mobilizasyonlarını artırabileceğini gösteren çalışmalar (30) da mevcuttur.

Literatürde kardiyopulmoner tutulum gösteren sklerodermalı bireylerde, egzersiz sırasında oluşabilecek yüklenmeler sonucu olumsuz etkiler ortaya çıkmadan nasıl egzersiz yaptırılacağına yönelik meraklar kısıtlı sayıdaki çalışmayla gösterilmeye çalışılmıştır. Yapılan bu çalışmalar daha çok vaka çalışmaları şeklinde yada kısıtlı sayıda bireyle gerçekleştirilmiştir. Direkt aerobik egzersizin güvenliğini araştıran bir çalışmada 7 sklerodermalı bireye 8 hafta boyunca orta yoğunluklu 40 dakikalık aerobik egzersizin (treadmil yürüme) maksimal oksijen tüketimini artırdığı görülmüş fakat bu değişim istatistiksel olarak anlamlı bulunamamıştır (31).

Antonioli ve arkadaşlarının uyguladığı 16 sklerodermalı birey üzerinde yapılan çok yönlü bir rehabilitasyon programında el eklemlerine yönelik germeler, yanında ısınma ve soğuma periyodlarıyla birlikte motor fonksiyon eğitimi ve treadmilde yapılan serbest yürüyüş eğitiminin 10 bireysel seans sonrası 4 aylık takip sonunda el fonksiyon değerlendirmesi, yaşam kalitesi ve solunum sistemi etkilenimi üzerinde olumlu gelişmeler oluşturduğu gösterilmiştir (32).

Vaka raporu şeklinde yayınlamış bir çalışmada 2 sklerodermalı bireye bisiklet ergometresi ile kalp iş yükünün %50-80 arası yüklenmesi ile haftada 3 gün, 6 hafta boyunca yapılan aerobik egzersizin oksijen tüketiminde artış sağladığı ve hiç bir yan etki oluşturmadan yaşam kalitesini artırabileceği gösterilmiştir. Bisiklet kullanılarak yapılan aerobik egzersiz ve omuz ve kalça fleksiyonuna yönelik kassal endurans egzersiz etkinliğinin araştırıldığı bir pilot çalışmada kardiyopulmoner tutulum göstermeyen 4 sklerodermalı bireyde olumlu etkiler gösterdiği gözlenmiş fakat 4 bireyin ikisinde aerobik kapasitede ikisinde kassal enduransta gelişmeler görülmüştür (33).

Raynaud fenomeni tedavisi her ne kadar ilaçlar ile yapılmakta olsa da fizyoterapi uygulamalarından olan biofeedback ve derin ossilasyon uygulamalarının faydalı olabileceği de gösterilmiştir. Bu çalışmada 8 sklerodermalı bireyde biofeedback, 10 bireyde ise derin ossilasyon uygulaması haftada 3 gün, 4 hafta boyunca uygulanmış ve VAS ile yapılan değerlendirmelerde tedavi sonrası biofeedback grubunda istatistiksel anlamlı iyileşme gözlenmiş, derin ossilasyon grubunda ise anlamlı bir fark bulunamamasına rağmen iyileşmeye meyil bulunmuştur (34).

Gastrointestinal sistem tutulumu görülen bireylerde Sallam ve arkadaşları tarafından, gastrointestinal sistem ile ilgili akupunktur noktaları üzerine yapılan 14 günlük TENS uygulamasının yapılan elektrokardiyogram ölçümleri ve genel sağlık değerlendirmesi ile GI semptom değerlendirmesinde semptomik ve vagal aktivitelerde iyileşmeler gösterdiği bulunmuştur (35).

Sklerodermalı bireylerin psikososyal etkilenimlerini ortaya koyan değerlendirmeler bulunmasına rağmen bu kişilerde psikososyal rehabilitasyona yönelik çalışmalar literatürde çok fazla yer almamaktadır. Literatürde, kronik ağrıları olan bireylerde uygulanan bilişsel-davranışçı yaklaşımların etkinliğinin gösterildiği bir vaka raporunda iki sklerodermalı bireyde uygulanan 'kendi kendine yardım' uygulamasının etkili olabileceği gösterilmiştir (36). Bu çalışmada gevşeme teknikleri, olumsuz düşünme etkileri, dengeli düşünme teknikleri, ağrı, yorgunluk yönetimi, baş etme becerileri ile iletişim becerilerini artırmaya yönelik eğitimler uygulanmıştır.

7. SONUÇ

Rehabilitasyon programlarında kişinin fiziksel aktivitesi yanında yaşam kalitesini etkileyen faktörlere yönelik bir program oluşturmanın önemi vurgulanmaktadır. Dolayısıyla çok yönlü etkilenimleri nedeniyle sklerodermalı bireylere detaylandırılmış tedavilerin uygulanmasına ihtiyaç vardır.

8. TEŞEKKÜR

Danışmanım olarak bu konu üzerinde beni meraklandırıp teşvik eden değerli hocam Prof. Dr.Edibe Ünal'a, zaman ve koşul şartları ne olursa olsun hep yanımda olup beni desteklediği ve sunduğu katkılar için çok teşekkür ederim.

9. KAYNAKLAR

1. Durham, R.A. (1928) Scleroderma and Calsinosis. *Arch Intern Med*, 42 (4), 467-490.
2. Barnett, A.J. (1996). History of Scleroderma. D. E. F. Philip J Clements (Ed.). Systemic Sclerosis (1 bs., s. 3-22). USA: Williams & Wilkins
3. Gerald P Rodnan, T.G.B. (1962) An Historical Account of the Study of Progressive Systemic Sclerosis (Diffuse Scleroderma). *Ann Intern Med*, 57 (2), 305-319.
4. Matsui, S. (1924) Uber die Pathologie und Pathogenese von Sclerodermia universalis. *Mitt Med Fak Tokyo*, 31, 55.
5. AS Douvas, M.A., EM Tan. (1979) Identification of a nuclear factor (Scl-70) as a unique target of human antinuclear antibodies in scleroderma. *J Biol Chem*, 254, 105-114.
6. Mayes, M.D. (1996) Scleroderma epidemiyology. *Rheum Dis Clin North Am*, 22 (751-764).
7. F C Arnett, M.C., S Chatterjee, et al. (2001) Familial occurence frequencies and relative risks for systemic sclerosis (scleroderma) in three United States cohort. *Arthritis Rheum*, 44, 1359-1362.
8. C Feghali-Boswick, T.A.J.M., T M Wright. (2003) Analysis of systemic sclerosis in twins reveals low concordance for disease and high concordance for presence of antinuclear antibodies. *Arthritis Rheum*, 48, 1956-1963.

9. P J Nietert, R.M.S. (2000) Systemic sclerosis: environmental and occupational risk factors. *Curr Opin Rheumatol*, 12, 520-526.
10. S B Randone, S.G., M M Cerinic. (2008) Systemic sclerosis and infections. *Autoimmun Rev*, 8, 36-40.
11. Thomas A. Fleisher, A.I.L. (2014). Autoimmunity in Primary Immunodeficiency Disorders. I. M. N. Rose (Ed.). The Autoimmune Diseases (Fifth Edition bs., s. 403-418): Elsevier
12. Sakkas, L. (2005) New developments in the pathogenesis of systemic sclerosis. *Autoimmunity*, 38, 113-116.
13. MC Tamby, C.Y., L Guillevin, L Mouthon. (2003) New insights into the pathogenesis of systemic sclerosis. *Autoimmun Rev*, 2, 152-157.
14. E Toubi, A.K., G Grushko, et al. (2002) The association of serum matrix metalloproteinases and their tissiue inhibitor levels with scleroderma disease severity. *Clin Exp Rheumatol*, 20, 221-224.
15. A Ishisaki, H.T., K Nakajima, T Imamura. (2004) Possible involvement of protein kinase C activation in differentiation of human umbilical vein endothelium-derived cell into smooth muscle like cell. *Biol Cell*, 96, 499-508.
16. V Chaudhuri, L.Z., M Karasek. (2007) Inflammatory cytokines induce the transformation of human dermal microvascular endothelial cells into miyofibroblasts: a potential role in skin fibrogenesis. *J Cutan Pathol*, 34, 146-153.
17. A.V. Marzano, S.M., A Parodi, A Borghi, A Fuligni, P Fabbri, R Caputo. (2003) Localized scleroderma in adults and children. Clinical and laboratory investigations on 239 cases. *Eur. J. Dermatol.*, 13, 171-176.
18. F.K. Tan, F.C.A., S Antohi, S. Saito, A Mirarchi, H. Spiera, T. Sasaki, O. Shoici, K. Takeuchi, J.P. Pandey, R.M. Silver, C. LeRoy, A.E. Postlethwaite, C.A. Bona. (1999) Autoantibodies to the extracellular matrix microfibrillar protein, fibrillin-1, in patients with scleroderma and other connective tissue diseases. *J. Immunol*, 163, 1066-1072.
19. LeRoy, E. (1996) Systemic Sclerosis. A vascular perspective. *Rheum Dis Clin North Am*, 22, 675-694.
20. Anonymous. (1980) Preliminary criteria for the classification of systemic sclerosis (scleroderma). Subcommittee for scleroderma criteria of the American Rheumatism Association Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee. *Arthritis Rheum*, 23, 581-590.
21. Pizzo, G., Scardina, G.A.,Messina, P. (2003) Effects of a nonsurgical exercise program on the decreased mouth opening in patients with systemic scleroderma. *Clin Oral Investig*, 7 (3), 175-178.
22. Yuen, H.K., Marlow, N.M., Reed, S.G., Mahoney, S., Summerlin, L.M., Leite, R. ve diğerleri. (2012) Effect of orofacial exercises on oral aperture in adults with systemic sclerosis. *Disabil Rehabil*, 34 (1), 84-89.
23. Walter Berg, I.H.T., Gabriela Riemekasten, Ulf Müller-Ladner, Uwe Lange. (2016) Biomechanical Stimulation Therapy - An Efficacious Method for Facial Scleroderma with Reduced Oral Aperture. *J Rheum Dis Treat*, 2 (1).
24. Maddali Bongi, S., Del Rosso, A., Galluccio, F., Tai, G., Sigismondi, F., Passalacqua, M. ve diğerleri. (2009) Efficacy of a tailored rehabilitation program for systemic sclerosis. *Clin Exp Rheumatol*, 27 (3 Suppl 54), 44-50.
25. Bongi, S.M., Del Rosso, A., Galluccio, F., Sigismondi, F., Miniati, I., Conforti, M.L. ve diğerleri. (2009) Efficacy of connective tissue massage and Mc Mennell joint manipulation in the rehabilitative treatment of the hands in systemic sclerosis. *Clin Rheumatol*, 28 (10), 1167-1173.
26. Mugii, N., Hasegawa, M., Matsushita, T., Kondo, M., Orito, H., Yanaba, K. ve diğerleri. (2006) The efficacy of self-administered stretching for finger joint motion in Japanese patients with systemic sclerosis. *J Rheumatol*, 33 (8), 1586-1592.
27. Sandqvist, G., Akesson, A.,Eklund, M. (2004) Evaluation of paraffin bath treatment in patients with systemic sclerosis. *Disabil Rehabil*, 26 (16), 981-987.
28. Mancuso, T.,Poole, J.L. (2009) The effect of paraffin and exercise on hand function in persons with scleroderma: a series of single case studies. *J Hand Ther*, 22 (1), 71-77; quiz 78.
29. Bongi, S.M., Del Rosso, A., Passalacqua, M., Miccio, S.,Cerinic, M.M. (2011) Manual lymph drainage improving upper extremity edema and hand function in patients with systemic sclerosis in edematous phase. *Arthritis Care Res (Hoboken)*, 63 (8), 1134-1141.
30. Vannajak, K., Boonprakob, Y., Eungpinichpong, W., Ungpansattawong, S.,Nanagara, R. (2014) The short-term effect of gloving in combination with Traditional Thai Massage, heat, and stretching exercise to improve hand mobility in scleroderma patients. *J Ayurveda Integr Med*, 5 (1), 50-55.
31. N C Oliviera, L.M.d.S.S., A L de Sá Pinto, C L Borges, F R Lima. (2009) Aerobic Exercise is Safe and Effective in Systemic Sclerosis. *Int J Sports Med*, 30, 728-732.
32. Chiara M Antonioli, G.B., Anna Frige, Karia Prandini, Sara Radici, Mirko Scarsi, Elisabetta Danieli, Andrea Malvici, Paolo Airo. (2009) An individualized rehabilitation program in patients with systemic sclerosis may improve quality of life and hand mobility. *Clin Rheumatol*, 28, 159-165.
33. Alexanderson, H., Bergegard, J., Bjornadal, L.,Nordin, A. (2014) Intensive aerobic and muscle endurance exercise in patients with systemic sclerosis: a pilot study. *BMC Res Notes*, 7, 86.
34. Sporbeck, B., Mathiske-Schmidt, K., Jahr, S., Huscher, D., Becker, M., Riemekasten, G. ve diğerleri. (2012) Effect of biofeedback and deep oscillation on Raynaud's phenomenon secondary to systemic sclerosis: results of a controlled prospective randomized clinical trial. *Rheumatol Int*, 32 (5), 1469-1473.
35. Sallam, H., McNearney, T.A., Doshi, D.,Chen, J.D. (2007) Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) improves upper GI symptoms and balances the sympathovagal activity in scleroderma patients. *Dig Dis Sci*, 52 (5), 1329-1337.
36. Buenaver, L.F., McGuire, L.,Haythornthwaite, J.A. (2006) Cognitive-Behavioral self-help for chronic pain. *J Clin Psychol*, 62 (11), 1389-1396.

Bebeklerde Kısıtlayıcı Zorunlu Hareket Tedavisi (CIMT): 0 - 2 yaş tecrübesi

Fzt Bilge Nur YARDIMCI
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
e-mail: bilgenuryardimci@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Hemiparetik Serebral Palsi (SP), en yaygın görülen SP tipi olmakla beraber bu çocuklar motor kontrolde zayıflık, koordinasyon yetersizliği, duyusal ve fonksiyonel bozukluklar gibi birçok problem ile karşılaşırlar. Hemiparetik SP'li çocuklar motor gelişimleri devam ederken günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirebilmek için etkilenmiş elini kullanmama ya da az kullanma gibi çeşitli stratejiler geliştirmektedirler. Kısıtlayıcı Zorunlu Hareket Tedavisi (CIMT), hemiparetik SP'de el fonksiyonlarını geliştirmek, etkilenmiş elin ihmalini önlemek için tercih edilen bir yöntem ve ümit vadeden bir yaklaşım olarak tanımlanmıştır. Son bir kaç yıldır CIMT yaklaşımının bebekler için kullanımının erken dönemde daha etkili olacağı tartışılmakta ve bebek-CIMT ile ilgili çalışmalara ihtiyaç olduğu belirtilmektedir.

Anahtar Kelimeler : Serebral Palsi, hemiparezi, bebek-CIMT

ABSTRACT

Hemiparetic Cerebral Palsy (CP) is the most common form type of CP while these children face with many problems such as motor control weakness, lack of coordination, sensory and functional disorders. Although children's motor development continue, children with hemiparetic CP develop a variety of strategies such as not to use or use less of the affected hand to perform activities of daily living. Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT) is a preferred method to improve hand function in children with hemiparetic CP and prevent the neglect of the affected hand. CIMT has been identified as a promising approach. In the last few years, using CIMT approach in the early stages for babies are discussed to be more effective and stated the need for future studies on baby-CIMT.

Key Words: Cerebral Palsy, hemiparesis, baby-CIMT

1. GİRİŞ

Serebral Palsi (SP), gelişmekte olan fetüs veya infant beyninde hasar sonucu meydana gelen, aktivite kısıtlılığına neden olan, postür ve hareketin gelişimindeki bir grup bozukluk olarak tanımlanmıştır (1). SP gelişmiş ülkelerde yaklaşık 2/1000 görülme oranı ile çocukluk çağında en sık görülen fiziksel bozukluktur (2). Türkiye'de ise bu oranın yapılan bir çalışmada 4.4/1000 oranında olduğu belirtilmiştir (3).

Çeşitli ülkelerde yapılan araştırmalar sonucu, unilateral motor bozukluk ile karakterize Hemiparetik SP'nin %36-%40 gibi oranlar ile SP'nin en yaygın görülen tipi olduğu ifade edilmektedir (4,5). Hemiparetik SP'de el fonksiyonlarının etkilenimi beyin lezyonunun tipine, lokasyonuna, lezyonun genişliğine bağlıdır (6). Bütün bunlarla birlikte bir diğer faktör de tedaviler ile çeşitli faydalar elde edilen kortikospinal projeksiyon paternidir (6).

Hemiparetik SP'li çocuklarda üst ekstremitenin azalmış kullanımı, duyusal anormallikler, zayıf kavrama, parmakların ince sıralı hareketlerinde kayıplar, hareketin hızında kayıplar, ince motor becerilerdeki kayıp, birleşik reaksiyonlar ve tonus artışından kaynaklanabilmektedir (7,8). Fonksiyon kaybı ne kadar az olursa olsun erken dönemde beyin hasarı olan hemiparetik çocuklar etkilenmemiş taraflarını dominant kullanma eğilimindedirler (9). Sonuçta bu çocuklar zamanla kas tonusunda artış, zayıf motor kontrol, eklemlerde azalmış aktif/pasif eklem hareket açıklığı, kas zayıflığı ve iskelet gelişiminde gerilik gibi daha ileri bozukluklara yol açabilecek olan etkilenen tarafın ihmalini öğrenmektedirler (10,11).

2. HEMİPARETİK SEREBRAL PALSİ'DE ÜST EKSTREMİTE TEDAVİSİ

Hemiparetik SP'de üst ekstremite rehabilitasyonu için çok sayıda tedavi yaklaşımı bulunmak-

tadır. Üst ekstremitede rehabilitasyon etkilenen tarafın çok daha iyi kullanılmasını ve günden güne bimanuel aktivitelerde artış sağlamaktadır. Bunun sonucunda; çocuğun toplum, okul ve ev ortamında fonksiyonel bağımsızlık seviyesinde artış meydana gelmektedir (12).

Hemiparetik SP'li çocukların üst ekstremite rehabilitasyonunda kullanılan yöntemler olarak; Kısıtlayıcı Zorunlu Hareket Tedavisi (CIMT), Bimanuel Eğitim (HABIT), Nörogelişimsel Tedavi (NGT) ve Botulinum Toxin A (BoNT-A) yaygın olarak kullanılmaktadır (12). İntramusküler BoNT-A uygulamasının üst ekstremite gelişiminin sonuçları üzerine ılımlı etkileri görülürken bireysel hedeflerin gelişimine güçlü etkileri olduğu belirtilmiştir. Bununla yanında günümüzde klinik pratikte yaygın olarak kullanılan NGT ile ilgili kısıtlı sayıda bulunan çalışmaların sonuçlarında ise ince motor beceriler ve üst ekstremite hareketlerinin kalitesi üzerine zayıf etkisi olduğu gösterilmiştir. CIMT ve HABIT uygulamaları ile az sayıda çalışma olması ve ortak bir sonuç değerlendirmesi olmamasına rağmen umut vadeden yaklaşımlar olarak bildirilmişlerdir (12,13).

2.1. Kısıtlayıcı Zorunlu Hareket Terapisi (CIMT)

CIMT'in temelleri 1980 yılında Taub ve arkadaşları tarafından primatlar üzerinde yapılan davranışsal araştırmalar ile atılmıştır (14). İlk araştırmalar Dorsal Rizotomi (deaferentasyon) ile bir maymunun bir kolundaki somatik duyuların ortadan kaldırılması ile başlamıştır. Cerrahiden sonra sağlam motor fonksiyon köklerine rağmen, deaferentasyon uygulanan kol maymunlar tarafından her zamanki aktivitelerde kullanılmamıştır. Sonrasında günlük periyotlar şeklinde sürekli sağlam tarafı kısıtlanan maymunun bir süre sonra deaferentasyon uygulanmış ekstremitesini kullandığı gözlemlenmiştir (14) (Şekil 1). CIMT iki temel ilkeye dayanmaktadır; (i) etkilenmemiş ekstremitenin kısıtlanması, (ii) etkilenen ekstremitenin aktivite uygulamalarının arttırılması (15). Etkilenen tarafın kullanımının artması sonucunda etkilenen tarafın hareketinin kontrol edildiği kontralateral sahada gelişme ve yeni ipsilateral alanların oluştuğu ileri sürülmektedir (15).

Şekil 1. Maymunlarda deaferentasyon

CIMT uygulaması ile etkilenen ekstremitenin kullanımının artmasından iki farklı ancak bağlantılı mekanizmanın sorumlu olduğu düşünülmektedir; (i) Öğrenilmiş kullanmamanın aşılması ve (ii) Kullanıma bağlı olarak kortikal reorganizasyon (Nöronal Plastisite) (15).

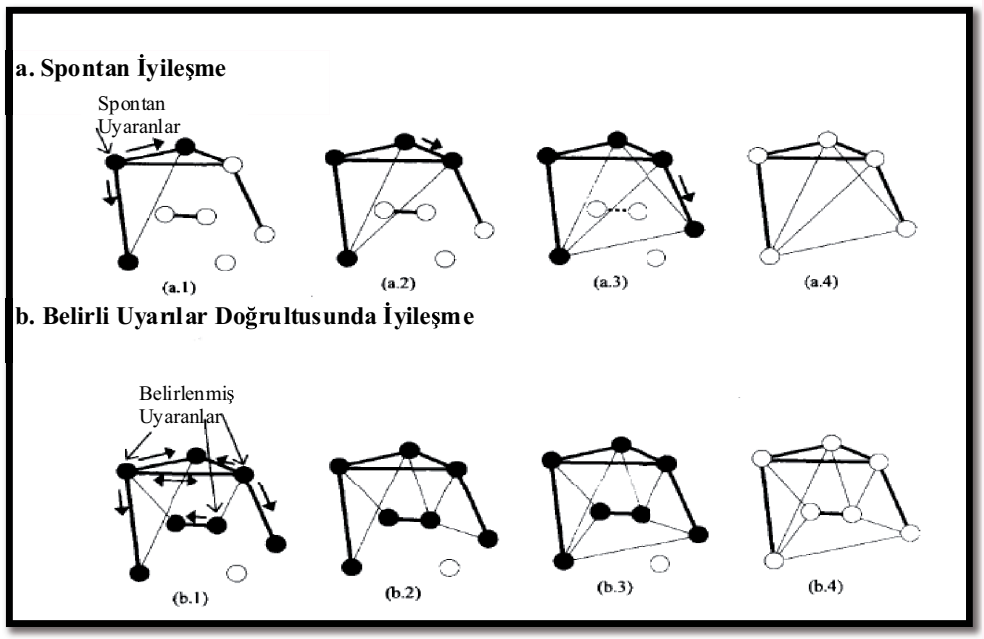
Öğrenilmiş Kullanmamanın Aşılması

Yetişkin hastalarda inmeden sonra meydana gelen hemiplejik tablo sonucunda öğrenilmiş kullanmama fenomeninin gerçekleştiğine inanılmaktadır (14). Akut dönemde hemiplejik hasta için etkilenmiş tarafını kullanmak çok çaba gerektirmekte, yetersiz kalmakta ve gerçekleştirilen hareketler beceriksizce ortaya çıkmaktadır. Bunun sonucunda ilerleyen dönemlerde etkilenmiş tarafı kullanmaktan kaçınma ve etkilenmemiş taraf ile günlük yaşam aktivitelerinde kompansasyon gerçekleştirmeye başlamaktadır (14). Taub tarafından yetişkinlerde bu davranış öğrenilmiş kullanmama fenomeni olarak adlandırılmıştır (14). Etkilenmiş tarafın iyileşmesinde çok büyük bir etkisi olduğuna inanılmakta ve var olan potansiyel fonksiyonu maskelediği düşünülmektedir (9).

Hemiparetik SP'li çocuklarda da benzer durum söz konusudur ve SP'li çocuklarda benzer stratejiler, teknikler geliştirirler. Ancak hemiparetik SP'li çocuklarda bu durum Deluca tarafından 2002 yılında gelişimsel ihmal veya kullanmayı öğrenmeme terimleri ile isimlendirilmiştir (16). Yetişkinlerde bahsedildiği gibi etkilenmemiş elin daha çok kullanılması ve etkilenmiş tarafın baskılanmasına rağmen, çocuklarda gerçekleşen erken dönem beyin lezyonlarında öğrenilmiş kullanmama fenomeninin farklı olabileceği öne sürülmüştür (17). Bunun nedeni yetişkinlerdekinin aksine, hemiparetik SP'li çocukların etkilenmiş ekstremitelerinde normal motor fonksiyonu hiç bir zaman deneyimleyememiş olmalarıdır. Var olan motor fonksiyonu maskelemek gibi bir durum söz konusu değildir (16).

Kullanıma Bağlı Olarak Kortikal Reorganizasyon (Nöronal Plastisite)

Nöral plastisite ile ilgili günümüze kadar pek çok çalışma yapılmış ve inme sonrasında CIMT uygulaması için çok önemli olduğu belirtilmiştir. Yapılan bir çalışmada el ve parmaklar için çok tekrarlı bir program uygulanmıştır. Bu program sonucunda CIMT'in diğer gruba uygulanan el ve parmaklar için standart eklem hareket açıklığı programından çok daha fazla etkisi olduğu kanıtlanmıştır (18). Aynı hareket için tekrarlı ve spe-

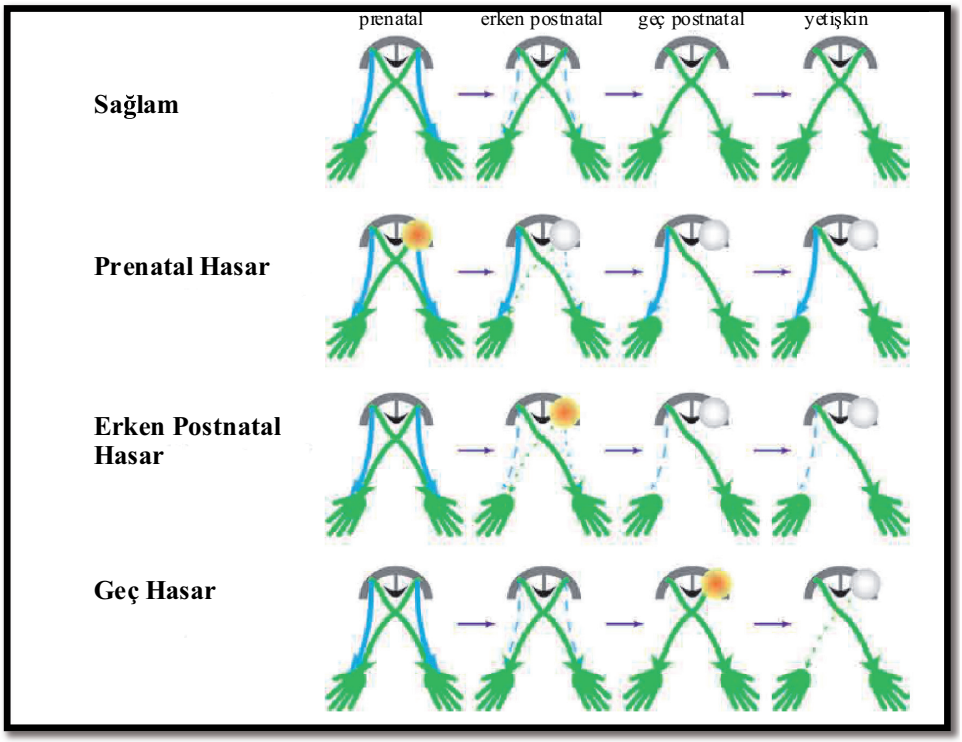


sifik olarak üretilen uyaranlar sonucunda hasarlanmış aynı nöronlarda daha hızlı ve tamamlayıcı sonuçlar elde edilmektedir (Şekil 2) (19).

2.1.1. Hemiparetik Serebral Palsi'de Kısıtlayıcı Zorunlu Hareket Tedavisi

Literatürde son on yılda CIMT uygulaması ile hemiparetik SP'li çocuklarla yapılan çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmaların sonucunda bir derlemede CIMT uygulaması SP'li çocuklar için ümit vadeden bir yaklaşım olarak gösterilmiştir (12). Bununla birlikte CIMT uygulamasını 0 – 2 yaş bebeklik döneminde yapan çalışma sayısı kısıtlıdır.

Bebek-CIMT uygulaması sinir sisteminde uzun dönem etkileri de içeren major değişikliklerin yaşamın ilk bir yılı içerisinde meydana geldiği için önemlidir. Bunlardan en çarpıcı olanı inen motor yollarda gerçekleşen aktivite bağımlı plastisitedir. Şekil 3'de kortikospinal yolun gelişimi gösterilmiştir. Prenatal dönemden postnatal 2



Şekil 3. Kortikospinal Motor Projeksiyon (20)

yaşa kadar "*korticospinal motor projeksiyonlar*" motor korteksten hem kontralateral hem de ipsilateral ekstremitelere inmektedir. Zamanla ipsilateral yollar kaybolmaktadır. İpsilateral yolların bu geri çekilmesi özellikle yaşamın ilk bir yılı içerisinde olmakla beraber iki yılda tamamlanmaktadır (20,21). Bu nedenle beyin hasarı ilk iki yıl içerisinde gerçekleşirse ipsilateral yol devamlılığını sürdürmektedir ve hasarlanan bölgeden inen kontralateral yol zamanla yok olmaktadır (21).

2.1.2. Bebek Kısıtlayıcı Zorunlu Hareket Tedavisi (Bebek-CIMT)

Bebek-CIMT, Modifiye Kısıtlayıcı Zorunlu Hareket tedavisinin daha ileri modifiye hali olarak tanımlanmış ve unilateral SP geliştirme riski taşıyan bebekler için uyarlanmıştır (22). Bebek-CIMT'in de temel amacı etkilenmiş elin kullanımını arttırmaktır. Bebek-CIMT, bebeğe uygulamaları sayısız tekrar etme ve tecrübe etme şansı vermektedir (22).

Nordstrand ve ark.'ları 2015 yılında yayınladıkları çalışmalarında yaşamın ilk bir yılında bebek-CIMT uygulanan grubun uygulanmayan kontrol grubuna göre bimanuel el kullanımının 2 yaşındaki "*Assisting Hand Assessment (AHA)*" değerlendirme sonuçlarına göre daha iyi olacağı hipotezini ortaya atmışlardır. Retrospektif olarak yapılan çalışmaya CIMT uygulanan 31 bebek ve CIMT uygulanmayan 41 bebek olmak üzere toplam 72 hemiparetik SP'li çocuk çalışmaya dahil edilmiştir. Gruplar arasında AHA dağılımının medianında ve varyasyonunda bir fark bulunamamıştır. AHA'nın fonksiyonel seviyeleri arasında dağılıma bakıldığında ise; bebek-CIMT alan grupta yüksek fonksiyonel seviyede daha çok bebeğin olduğu belirlenmiştir. Ancak bebek-CIMT alan grupta da çok düşük fonksiyonel seviyede bireyler gözlemlendiği için bebek-CIMT'in bunu önleyip önlemediği belirsizliğini korumaktadır (23).

2.1.2.1. Bebek-CIMT'in Teorik Varsayımları

Bronfenbrenner ve Morris'in çocuk gelişim modeli

Bebek-CIMT, çocuk gelişiminde Bronfenbrenner ve Morris'in ekolojik modeli ile yakından ilişkilidir. Bu model; çocuk, diğer insanlar, nesneler ve semboller arasındaki karmaşık etkileşimin önemini vurgulamaktadır (24). Bu modelin merkezinde ne kadar küçük olursa olsun çocuk vardır. Gelişim için enerji sağlayan iki önemli etkenin de koşulsuz sevgi ve çocukla harcanan zaman olduğu belirtilmiştir (24).

Dinamik Sistem Teorisi

Dinamik sistem teorisi çocuğun kendi başlattığı aktivitelerin altını çizen bir ekolojik modeldir (25). Bu bakış açısına göre gelişimi, çocuğun benzersiz karakteri ve keşfetme kapasitesi belirlemektedir. Bu nedenle; oyun sırasında doğru ya da yanlış hareket yoktur. Önemli olan çocuğun elini kullanabileceği uygun oyuncakların ve diğer objelerin seçildiği zengin bir çevrenin olmasıdır (22).

Motor Öğrenme

Motor öğrenme bireyin motor aktivite becerilerini nasıl kazandığı ve uyguladığını anlamaya odaklanmıştır (26). Burada uygun görevin seçilmesi önemlidir. Tekrarlı pratikler sayesinde bebeklere davranış becerisi kazandırır. Tekrar sağlanan geribildirim ile performans üzerinde anahtar nokta olarak gösterilmektedir (22).

Aile Eğitimi

Aile eğitimi çocuğun gelişimini doğru ve başarılı bir şekilde desteklemek için önemli görülmektedir. Aile eğitimi ile emosyonel destek, bilgi alışverişi ve sürecin planlanması sağlanır. Aile hedef belirleme, seçenekleri keşfetme, planlama ve planı yürütme süreçlerine dahil olmaktadır (22).

2.1.2.2. Bebek-CIMT Uygulama Prensipleri

- Başlangıç yaşı: Önerilen başlama yaşı bebekte ilk asimetrik hareketlerin gözlendiği aylardır. Genellikle 3 – 5 ay civarında olmaktadır. Bebek-CIMT bebeğin kendi kendine hareketleri başlatmasına odaklandığı için, bebeğin nesnelere ilgisinin ve kavramayı denemeye başlaması gerekmektedir (22).
- Uygulama süresi ve yoğunluk: Önerilen uygulama süresi günde 30 dakika ve her gün uygulanmasıdır. Ancak uygulamanın süresi konusunda kesin bir bilgi henüz yoktur. Günlük 30 dakika olarak belirlenmesinin en önemli nedeni; bebeklerin dikkatinin kısa süreli olmasıdır. Genellikle bu süre de iki bölüm halinde uygulanmaktadır (22).
- Kısıtlamak için Kullanılan Materyaller: Bebekler normalde ilk dönemlerde nesneye hangi elleri yakın ise o taraf ile uzanmaya ve nesneyi o elleri ile kavramaya çalışırlar. Bunu hemiparetik bebekler, etkilenmiş taraflarından bağımsız olarak ilk başta gerçekleştirseler de ilerleyen yaş ile birlikte el tercihleri kuvvetlenir ve etkilenmemiş taraflarını tercih etmeye başlarlar. Kısıtlama ile birlikte etkilenmiş tarafı kullanmak zorunda kalır. Kısıtlamak için kullanılan çeşitli materyaller ve uygulama örnekleri (eldiven, çorap) Şekil 4'te gösterilmiştir (22).

Şekil 4. Kısıtlamak için Kullanılan Materyaller

3. SONUÇ

Hemiparetik SP'de fonksiyon kaybının şiddeti ne olursa olsun etkilenmiş taraflarını kullanmama eğilimi vardır. İlerleyen dönemlerde bu ihmal çocuğun aktivitelere katılımını ve yaşam kalitesini ciddi anlamda etkilemektedir. Bu çocuklarda elin motor gelişimi ve fonksiyonel kullanımı için yaşamın ilk yıllarının çok önemli bir dönem olduğu kanıtlanmıştır. Yaşamın en erken döneminde el kullanımında asimetri başlar başlamaz, bebek-CIMT ile motor gelişim ve elin fonksiyonel kullanımı en iyi şekilde desteklenebilir. Literatürde yapılan çalışma sayısı kısıtlı olmakla beraber erken yaşta müdahalenin etkili olduğu gösterilmiştir. Bebek-CIMT'in daha geç yaşta uygulanan yaklaşımlar veya diğer uygulamalardan daha etkili olup olmadığı ile ilgili ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

4. TEŞEKKÜRLER

Her zaman yanımda olan beni destekleyen ve bana daima yol gösteren hocalarım; Dr. Fzt. Özgün Kaya Kara'ya, Doç. Dr. Akmer Mutlu'ya ve Prof. Dr. Ayşe Livanelioğlu'na teşekkür ederim.

5. KAYNAKLAR

1. Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P., Leviton, A., Paneth, N., Dan, B. ve diğerleri. (2005) Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Dev Med Child Neurol*, 47 (8), 571-576.
2. Stanley, F.J., Blair, E.,Alberman, E. (2000). Cerebral palsies: epidemiology and causal pathways: Cambridge University Press.
3. Serdaroglu, A., Cansu, A., Ozkan, S.,Tezcan, S. (2006) Prevalence of cerebral palsy in Turkish children between the ages of 2 and 16 years. *Dev Med Child Neurol*, 48 (6), 413-416.
4. Reid, S., Lanigan, A., Walstab, J.E.,Reddihough, D.S. (2005) Third report of the Victorian cerebral palsy register. Department of Child Development and Rehabilitation. Murdoch Childrens Research Institute. Royal Childrens Hospital. Melbourne.
5. Howard, J., Soo, B., Graham, H.K., Boyd, R.N., Reid, S., Lanigan, A. ve diğerleri. (2005) Cerebral palsy in Victoria: motor types, topography and gross motor function. *J Paediatr Child Health*, 41 (9-10), 479-483.
6. Islam, M., Nordstrand, L., Holmstrom, L., Kits, A., Forssberg, H.,Eliasson, A.C. (2014) Is outcome of constraint-induced movement therapy in unilateral cerebral palsy dependent on corticomotor projection pattern and brain lesion characteristics? *Dev Med Child Neurol*, 56 (3), 252-258.
7. Brown, J.K., van Rensburg, F., Walsh, G., Lakie, M.,Wright, G.W. (1987) A neurological study of hand function of hemiplegic children. *Dev Med Child Neurol*, 29 (3), 287-304.
8. Eliasson, A.C.,Gordon, A.M. (2000) Impaired force coordination during object release in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 42 (4), 228-234.
9. Hoare, B.J., Wasiak, J., Imms, C.,Carey, L. (2007) Constraint-induced movement therapy in the treatment of the upper limb in children with hemiplegic cerebral palsy. *Cochrane Database Syst Rev* (2), CD004149.
10. Roberts, C.D., Vogtle, L.,Stevenson, R.D. (1994) Effect of hemiplegia on skeletal maturation. *J Pediatr*, 125 (5 Pt 1), 824-828.

11.Scrutton, D.,Damiano, D. (2004). Management of the Motor Disorders of Children with Cerebral Palsy (2nd Edition bs.): Mac Keith Press.
12.Sakzewski, L., Ziviani, J.,Boyd, R.N. (2014) Efficacy of upper limb therapies for unilateral cerebral palsy: a meta-analysis. *Pediatrics*, 133 (1), e175-204.
13.Kahraman, A., Seyhan, K., Deger, U., Kutluturk, S.,Mutlu, A. (2016) Should botulinum toxin A injections be repeated in children with cerebral palsy? A systematic review. *Dev Med Child Neurol*.
14.Taub, E. (1980). Somatosensory deafferentation research with monkeys: Implications for Rehabilitation Medicine. In: LP Ince editor(s). Behavioural Psychology in Rehabilitation Medicine: Clinical Applications. Baltimore: Williams and Wilkins.
15.Morris, D.M.,Taub, E. (2001) Constraint-induced therapy approach to restoring function after neurological injury. *Top Stroke Rehabil*, 8 (3), 16-30.
16.Deluca, S. (2002). Intensive movement therapy with casting for children with hemiparetic cerebral palsy: A randomised controlled trial. The University of Alabama at Birmingham.
17.Eliasson, A.C., Bonnier, B.,Krumlinde-Sundholm, L. (2003) 'Clinical experience of constraint induced movement therapy in adolescents with hemiplegic cerebral palsy--a day camp model'. *Dev Med Child Neurol*, 45 (5), 357-359.
18.Butefisch, C., Hummelsheim, H., Denzler, P.,Mauritz, K.H. (1995) Repetitive training of isolated movements improves the outcome of motor rehabilitation of the centrally paretic hand. *J Neurol Sci*, 130 (1), 59-68.
19.Robertson, I.H.,Murre, J.M. (1999) Rehabilitation of brain damage: brain plasticity and principles of guided recovery. *Psychol Bull*, 125 (5), 544-575.
20.Forsyth, R.J. (2010) Back to the future: rehabilitation of children after brain injury. *Arch Dis Child*, 95 (7), 554-559.
21.Staudt, M. (2010) Reorganization after pre- and perinatal brain lesions. *J Anat*, 217 (4), 469-474.
22.Eliasson, A.-C.,Sjöstrand, L. (2015). Baby-CIMT Manual. Neuropediatric Research Unit, Karolinska Institutet, Stockholm, Sweden.
23.Nordstrand, L., Holmefur, M., Kits, A.,Eliasson, A.C. (2015) Improvements in bimanual hand function after baby-CIMT in two-year old children with unilateral cerebral palsy: A retrospective study. *Res Dev Disabil*, 41-42, 86-93.
24.Bronfenbrenner, U.,P.A. Morris. (1998). The ecology of developmental processes, in Handbook of Child Phsychology: Vol. 1: Theoretical models of human development, . Wiley: New York.
25.Thelen, E.,Smith, L.B. (1996). A dynamic systems approach to development of cognition and action. Cambridge Massachusetts: MIT press.
26.Smith, R.A.,Wrisberg, C.A. (2001). Motor learning and performance. A problem-based learning approach. (2nd bs.): Baltimore: Human Kinetics Publisher.

Serebral Palsi ve Refleksoloji

Uzm Fzt Sabiha BEZGİN[1], Doç Dr Bülent ELBASAN[2]
[1] *Kırıkkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi Rehabilitasyon Bölümü*
[2] *Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi Rehabilitasyon Bölümü*
e-mail:

ÖZET

Refleksoloji, uzun yıllar pek çok hastalıkta kullanılan bir alternatif ve tamamlayıcı tıp yöntemidir. Literatür incelendiğinde çeşitli problemlere yönelik refleksoloji uygulamalarının yapıldığı ve sonuçlarının bildirildiği görülmektedir. Ağrı, anksiyete, genel iyilik hali, uyku problemleri, yorgunluk gibi semptomlar üzerindeki olumlu etkileri, ailelerin ve hastaların refleksoloji uygulamalarını tercih etmesinde büyük ölçüde etkilidir. Serebral palside görülen ikincil problemlerle başa çıkmaya çalışan aileler, alternatif ve tamamlayıcı bir yöntem olarak refleksolojiyi tercih ederler. Bu sebeple refleksolojinin etki mekanizmasının ve uygulama tekniğinin doğru şekilde anlaşılması hastalar, aileleri ve uzmanlar açısından oldukça önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Fizyoterapi, refleksoloji, serebral palsi

ABSTRACT

Reflexology is an alternative and complementary medicine method that has been used in many diseases for many years. When the literature is examined it is seen that reflexology applications fare used and the results were reported. Since there are positive effects of reflexology on the symptoms such as pain, anxiety, general well being, sleeping problems and fatigue, it influences the preferences of the families and the patients. Families trying to cope with the secondary problems in cerebral palsy prefer reflexology as an alternative and complementary method. As a consequence, understanding the mechanism of reflexology and its implementation is very important in terms of patients, their families and the specialists.

Key Words: Physiotherapy, reflexology, cerebral palsy

1. GİRİŞ

Serebral Palsi (SP); doğum öncesi, doğum sırası ve doğum sonrası dönemde gelişimini tamamlamamış merkezi sinir sisteminde, bir lezyon sonucu ortaya çıkan; hareket, postür ve motor fonksiyon bozukluğudur. Oluşan bu lezyon kalıcı, fakat ilerleyici değildir (1). Hasarın kendisi ilerleyici olmamasına rağmen; yetersizliklerin ve özrün sonuçları ilerleyicidir. Sonuç olarak SP, gelişimsel bir bozukluk olarak karşımıza çıkar. SP hareket, postür ve kas tonusunda bozukluklara sebep olur. Çocuklar, devam eden motor ve duyusal problemlerin yanı sıra ikincil problemler yaşarlar. Epilepsi, mental retardasyon, işitme ve görme bozuklukları, duyu algı motor bozukluklar, ağrı, davranışsal problemler, diğer vücut sistemlerine ait bozukluklara oldukça sık rastlanır (2). Aileler yaşam süresince çocuklarının sahip olduğu problemlere yönelik farklı tedavi yöntemleri arayışı içine girerler. SP rehabilitasyonunda geleneksel tedavi yaklaşımlarının yanı sıra tamamlayıcı ve alternatif tedaviler de aileler tarafından oldukça fazla tercih edilir. Refleks alanlara yapılan uyarılar ile vücutta homeostasizi düzenlemeyi amaçlayan refleksoloji, nörolojik etkilenimli çocukların aileleri tarafından alternatif yöntemler arasında sıklıkla tercih edilmektedir (3).

2. GENEL BİLGİLER

Çocukluk çağında meydana gelen özürlerin en sık nedenlerinden biri olarak SP gösterilir (4). SP, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde her 1000 canlı doğumda 1,7-2,5 arasında görülürken, ülkemizde yapılan çalışmada, her 1000 canlı doğumda 4,4 olarak bildirilmiştir (5,6).

SP gibi kronik hastalığı olan çocukların aileleri, zaman içinde geleneksel yöntemlerin kısıtlı kaldığı noktalarda, alternatif bir tedavi arayışına

girerler. Bu durum onları çocuklarına karşı duygusal olarak rahatlatır (7). Hipoterapi, aquaterapi, refleksoloji yöntemleri, tamamlayıcı ve alternatif kategorileri arasında kabul görmekte ve SP'li çocukların aileleri tarafından sıklıkla tercih edilmektedir (8). Refleksoloji, ağrıyı azaltmak, fonksiyonu geliştirmek, şiddetli limitasyonu azaltmak, enerji sağlamak, uyku ve yaşam kalitesini arttırmak, rahatlamayı sağlamak amacıyla tercih edilmektedir (9,10).

Birleşik Krallık'ta refleksoloji, en popüler altı alternatif ve tamamlayıcı tıp uygulamalarından bir tanesidir (11). McDonough ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmanın verilerine göre Refleksolojinin, Güney İrlanda'da en çok tercih edilen ikinci alternatif ve tamamlayıcı tıp uygulaması olduğu bildirilmiştir (12). Refleksolojinin bu şekilde popüler olmasının ardından, bu alanda yapılan çalışmalar hız kazanmış ve faydalarının ne olduğu araştırılmıştır. Refleksolojinin yaşam kalitesi, stres, anksiyete ve ağrıda pozitif etkileri olduğu bildirilmiştir (13-16). Araştırmalar refleksolojinin endorfin salınımını uyardığını ve böylece ağrıyı azaltmada yardımcı olduğunu ve iyi olma halini arttırarak rahatlama sağladığını bildirmiştir (17).

2.1. Refleksolojinin Tarihçesi

Yaklaşık 12 bin yıllık geçmişi olan refleksolojinin ilk uygulama yeri Mısır ve Çin'dir. Bilinen en eski refleksoloji belgesi Mısır, Saggara'da M.Ö. 2300'lü yıllarda bir hekimin duvarına betimlenmiştir (18).

14. yüzyılın sonlarında refleksoloji 'zone terapi' adıyla Avrupa'ya yayılarak uygulanmaya başladı. Modern refleksolojinin öncüsü Dr. William Fitzgerald (1872-1942), Amerika'daki Aborijinlerden zone terapiyi öğrenmiştir. Fitzgerald'ın çalışmaları refleksolojinin Amerika geneline yayılmasını sağlamıştır. Tıp dünyasında pek ilgi ve saygı ile karşılanmayan Dr. Fitzgerald'ın çalışmalarını Dr. Joe Shelby Riley ve eşi çok saygıyla karşılamış ve bu kuramı ondan öğrenerek yıllarca tıbbi çalışmalarında kullanmışlardır. İlk defa Dr. Riley ayak üzerindeki refleks noktaların çizimini yapmıştır. Daha sonra 1930'larda Dr. Riley ile terapist olarak çalışmaya başlayan ve bugünkü modern refleksolojinin temel taşlarını oluşturan Eunice Ingham (1879-1974) refleksolojinin insanlar tarafından anlaşılması için kuramlar üzerinde çalışmıştır. Doktor Ingham refleksoloji ile ilgili pek çok kitap yazarak, refleksoloji tekniğinin bilinmesini sağlamıştır (11,20).

2.2. Refleksolojinin Etki Mekanizması

Refleksolojinin etki mekanizması henüz anlaşılmış değildir. Öne sürülen en eski teori *hemodinamik teoridir.* Bu teoriye göre refleksolojideki uyarılar sayesinde vücut bölgelerine veya organlara kan akışının artması saplanmaktadır. Doppler ultrason kullanılarak yapılan bir araştımada, refleksoloji uygulaması sırasında böbreğe olan kan akışında önemli değişimler olduğu bildirilmiştir (21). Başka bir teori olan *sinir uyarı teorisi*; ayakta ve ellerde var olan spesifik refleks noktaların uyarılması ile sorumlu vücut bölgesi ile arasındaki bağlantıyı sağlayan uyarıların arttığını öne sürmektedir. Ayak tabanında bulunan duyu liflerine yapılan uyarılar A beta, A delta ve C liflerini uyarır. Duyusal sinir sistemi, hipotalamus, corteks, amigdala gibi yüksek merkezlerle geniş bir organizasyon içindedir. Ve bu merkezler de santral sinir sisteminde etki oluşturan nukleuslara sahip oldukları için kan basıncı, kalp hızı, baroreseptör refleksi değiştirirler. Bu teori en umut verici teoridir ve refleksolojinin otonom sinir sistemi üze-

Resim 1: Ankhmahor isimli hekimin duvarında betimlenmiş olan ilk refleksoloji belgesi (19).

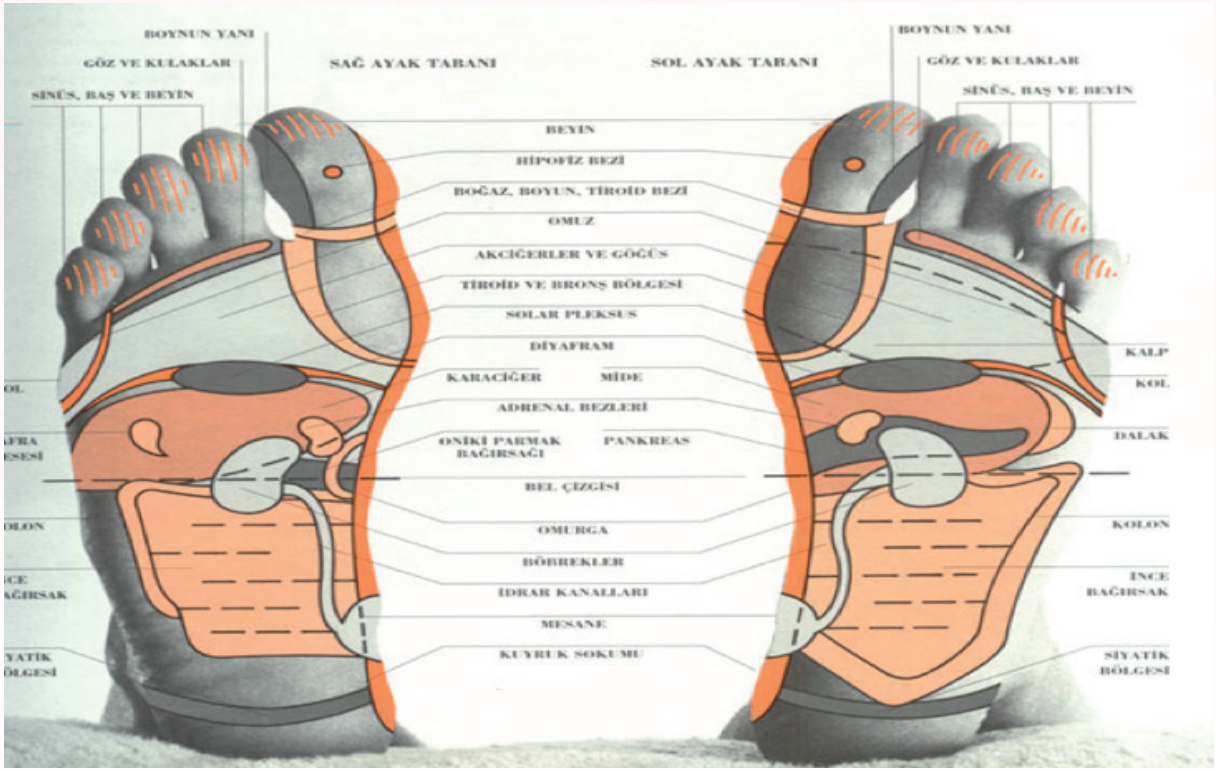
rindeki etkisi ile fayda sağladığını savunur. *Enerji teorisi* ise; organların ve vücut bölümlerinin elektromanyetik alanlar yoluyla bağlantılı olduğunu ve hastalık durumlarında bu bağlantı yollarının tıkanmış olduğu görüşünü savunur. Bu sebeple refleksoloji ile verilen uyarılar sayesinde bağlantı yollarındaki enerji akışının yeniden kazanıldığını öne sürer. Enerji teorisinden ortak temel alan *laktik asit teorisi;* laktik asidin kristaller şeklinde ayak tabanında depolandığını ve normal akışı bozduğunu savunur. Refleksoloji sayesinde bu kristallerde erime olduğu ve serbest dolaşım yolunun açıldığı belirtilir (15).

2.3. Refleksoloji Tekniği ve Haritaları

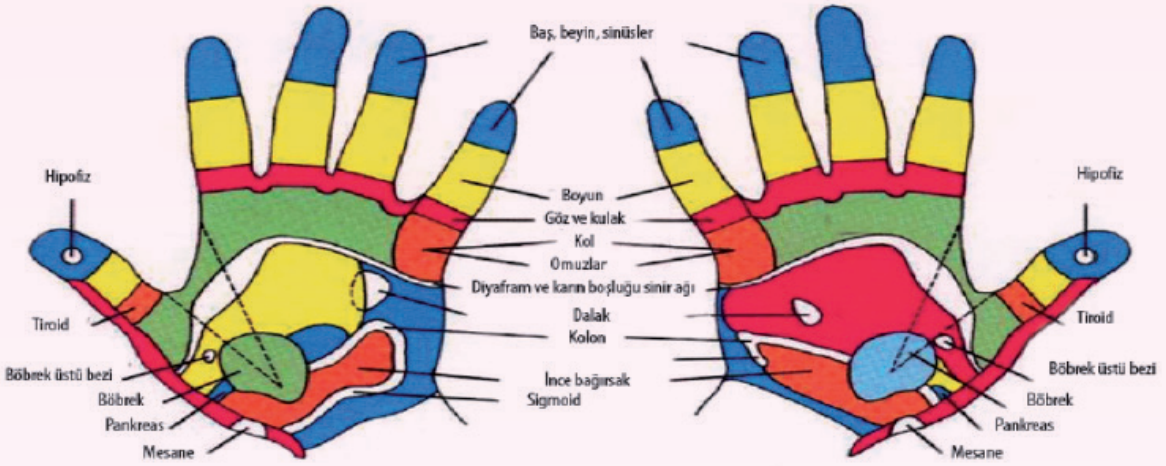
Refleksolojinin uygulanmasında altı farklı basınç tekniği vardır. Tekniğin seçimi uygulanacak bölgeye, basıncın şiddetine göre değişiklik gösterir. Alan çok hassas ise, ilk seferde hafif basınç uygulaması yapılır. Zayıf bir organın aktivitesini uyarmak için sabit noktaya uygulanan basınç yerine başparmak veya işaret parmağı ile yapılan hafif, hızlı, solucanvari ilerleme yapılır. Genellikle derin, kuvvetli ve yavaş bir basınç rahatlatıcı ve ağrı giderici olurken; hafif, hızlı, ilerleyici hareketler uyarıcı olur. Teknikler, Caterpillar, Bird's Beak, Tornado, Butterfly, Hooking ve Tearing olarak adlandırılmıştır. Her tekniğin uygulanışı ve amacı birbirinden farklıdır.

Uygulayıcılar genellikle bir ayağı, ayak parmaklarından başlayıp topuğa kadar çalıştıktan sonra diğer ayağa geçerler. Bir diğer yöntem de aynı noktaları her iki ayakta birbiri ardına uygulama yapmaktır. Her iki teknikte de amaç bütün yansıma noktalarının uyarılmasıdır. Uygulama sırasında refleksoloji uygulayacak kişinin omuzlarını aşağıda tutacak, kol, dirsek, boyun ve omuzlarında en az baskı olacak şekilde düzgün postürü sağlaması ve koruması gerekir. Hastanın da rahat bir şekilde yatması gerekir.

Uygulamaya ayağı ısıtarak başlama önerilir, bu kişiye genel bir gevşeme ve rahatlama sağlar. Ayak refleksolojisinde iki el birbirini tamamlayıcı şekilde çalışır. Biri destek olurken, diğeri basınç verilmesini sağlar. Uygulama sırasında hastanın verdiği tepkiler daima kontrol edilmelidir. Terleme, fenalık hissi oluşması, nabızdaki değişiklikler, özellikle çocuklarda şiddetli ağlama, solunumdaki değişiklikler, beklenmeyen hassasiyet ve rahatsızlık oluşursa uygulama hemen durdurulmalıdır (22,23). Ayak tabanı ve avuç içlerindeki refleks bölgelerin haritaları resim 2'de gösterilmiştir. Vücudun sağ ve sol bölgelerinin refleks noktaları birbirinden farklılık göstermektedir.



Resim 2: Sağ ve sol ayak tabanındaki refleks noktaların haritası (24)



Resim 3: Sağ ve sol avuç içindeki refleks noktaların haritası (24)

3. SEREBRAL PALSI'DE REFLEKSOLOJI UYGULAMALARI

Refleksoloji güvenli ve etkili olması sebebiyle pekçok birey tarafından hastalığın tedavi sürecinde tercih edilmektedir. Ayrıca rahatsızlık durumunu ilaçsız, doğal bir yöntemle gidermeye yardımcı olması tercih sebebini arttırmaktadır (25). Bir çok hastalığın kökeni olan günlük stresin azaltılmasına, hastalığın olumsuz etkilerini yatıştırmaya destek olmaktadır (26). Doğal iyilik halini ve vücudun enerji noktalarını stimule eden refleksoloji tanı amacıyla kullanılmaz. Yapılan bir derleme sonucunda, refleksolojinin özellikle stres parametrelerinin azaltmada etkili olduğunu ve bu sebeple hastalıkların tedavi sürecinde pozitif yönde katkısı olduğu bildirilmiştir (27).

Hasta ve sağlıklı yetişkinler üzerinde çeşitli problemlere yönelik refleksoloji uygulamaları yapılmış ve sonuçları bildirilmiştir. Multipl skleroz, baş ağrısı, astım hastaları, hemodiyaliz hastaları, perimenstrüel yakınmalar, kanser hastalarında iyilik hali, yaşam kalitesi, ağrı, anksiyete, yorgunluk, uyku, hipertansiyonlu hastalarda kan basıncı ve yaşam kalitesine etkisini inceleyen çalışmalar mevcuttur (28-33). Refleksolojinin inmeli hastalar üzerindeki etkisinin incelendiği bir çalışma sonucunda hastalarda daha iyi çalışan vücut sistemleri, stres ile başa çıkmada olumlu sonuçlar ve vücut homeostazisinde denge elde edildiği bildirilmiştir (34). SP'li çocuklarda da kullanımı oldukça yaygın olmasına rağmen refleksolojinin, SP'li çocuklar üzerindeki etkisinin incelendiği çalışmalar oldukça kısıtlıdır. SP'nin kronik bir durum olması, yorgunluk, stres, uyku bozukluğu, ağrı gibi ikincil problemlere yol açtığı göz önünde bulundurulduğunda yukarıda bahsedilen pozitif etkilerin bu hastalık grubunda da görülmesi beklenmektedir. Çocukların ayaklarının yetişkinlere göre daha küçük olması refleks noktaların stimülasyonu zorlaştıran faktörden biridir. Bu sebeple uygulayıcıların bu konuda deneyimli olması ve hastadaki değişimleri düzenli olarak takip etmesi gerekmektedir. Diğer bir kısıtlılık, SP'li çocuklarda duyusal problemlerin görülmesidir. Çocuk, taban altından verilen refleks uyarı basıncını, vermek istediğinizden fazla algılayabilir ve bu durum rahatsızlığa sebep olabilir. Bu nedenle çocuğun seans sırasındaki yüz ifadeleri, hareketleri dikkatle gözlenmeli ve onu rahatsız etmeyecek düzeyde basınç ile tedaviye başlanmalıdır. Aksi takdirde beklenen rahatlama ve pozitif etkilerin görülmesi gerçekleşemeyecektir. Refleksoloji seansı aromaterapi, rahatlatıcı müzik ve düzenlenmiş çevre şartları ile geliştirilebilir (18).

Psikolojik parametreler değerlendirildiğinde sağlık ve iyilik halinde olumlu yönde anlamlı gelişmeler olduğu ve bu durumun tek başına hastalığın sonuçları, ilerleyişi ve rehabilitasyonunda pozitif etkiler oluşturduğu bildirilmiştir (27). İnme, mutliple skleroz, serebral palsi gibi kronik nörolojik hastalıklar hem aile hem de bireyler üzerinde psikolojik olarak olumsuz etkilere sahiptir (35). Ailelerin geleneksel tedavilerin yanısıra alternatif yaklaşım arayışına girmelerinin sebebinin, bakmakla yükümlü oldukları çocuklarına karşı duygusal anlamda rahatlama elde etmek olduğu bilinmektedir (36). Refleksoloji sayesinde SP'li çocukların aile yaşantısında ve psikolojisinde olumlu sonuçlar elde edilebilir.

4. SONUÇ

Refleksoloji, genel iyilik halini arttırması, güvenli ve rahat uygulanabilir olması, girişimsel olmaması sebebiyle hastalar ve aileler tarafından alternatif bir yöntem olarak sıklıkla tercih edilmektedir. Refleksolojinin etki mekanizmasının henüz aydınlatılamamış olması ve biyokimyasal ve fizyolojik etkilerinin ortaya konması açısından pek çok

çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Bel ağrısı, baş ağrısı, kanser, inme, multiple skleroz gibi pek çok hastalık grubunda çeşitli durumlara yönelik etkileri incelenmiştir. Literatüre serebral palsili hastalardaki ekilerinin incelendiği çalışmaların dahil olması, uygulayıcılar ve aileler için büyük katkı sağlayacaktır.

5. KAYNAKLAR

1 Cans, C., Dolk, H., Platt, M., Colver, A., Prasausk1ene, A.,RÄGELOH□MANN, I.K. (2007) Recommendations from the SCPE collaborative group for defining and classifying cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49 (s109), 35-38.

2 Garne, E., Dolk, H., Krägeloh-Mann, I., Ravn, S.H., Cans, C.,Group, S.C. (2008) Cerebral palsy and congenital malformations. *European Journal of Paediatric Neurology*, 12 (2), 82-88.

3 Low, E., Murray, D., O'Mahony, O.,Hourihane, J.B. (2008) Complementary and alternative medicine use in Irish paediatric patients. *Irish journal of medical science*, 177 (2), 147-150.

4 Himpens, E., Van den Broeck, C., Oostra, A., Calders, P.,Vanhaesebrouck, P. (2008) Prevalence, type, distribution, and severity of cerebral palsy in relation to gestational age: a meta□analytic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50 (5), 334-340.

5 Winter, S., Autry, A., Boyle, C.,Yeargin-Allsopp, M. (2002) Trends in the prevalence of cerebral palsy in a population-based study. *Pediatrics*, 110 (6), 1220-1225.

6 Serdaroglu, A., Cansu, A., Ozkan, S.,Tezcan, S. (2006) Prevalence of cerebral palsy in Turkish children between the ages of 2 and 16 years. *Developmental medicine and child neurology*, 48 (6), 413.

7 Bower, E. (2009) Handling. *Finnie's handling the young child with Cerebral palsy at home. 4th ed. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann Limited*, 36-119.

8 Hurvitz, E.A., Leonard, C., Ayyangar, R.,Nelson, V.S. (2003) Complementary and alternative medicine use in families of children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 45 (6), 364-370.

9 Carlson, M.J.,Krahn, G. (2006) Use of complementary and alternative medicine practitioners by people with physical disabilities: estimates from a National US Survey. *Disability and rehabilitation*, 28 (8), 505-513.

10 Samdup, D.Z., Smith, R.G.,Song, S.I. (2006) The use of complementary and alternative medicine in children with chronic medical conditions. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 85 (10), 842-846.

11 Botting, D. (1997) Review of literature on the effectiveness of reflexology. *Complementary Therapies in Nursing and Midwifery*, 3 (5), 123-130.

12 McDonough, S., Devine, P.,Baxter, D. (2008) Complementary and alternative medicine: Patterns of use in Northern Ireland. *Age*, 35, 64.

13 Hodgson, H. (2000) Does reflexology impact on cancer patients' quality of life? *Nursing Standard*, 14 (31), 33-38.

14 Mollart, L. (2003) Single-blind trial addressing the differential effects of two reflexology techniques versus rest, on ankle and foot oedema in late pregnancy. *Complementary Therapies in Nursing and Midwifery*, 9 (4), 203-208.

15 Stephenson, N.L.,Dalton, J.A. (2003) Using reflexology for pain management a review. *Journal of Holistic Nursing*, 21 (2), 179-191.

16 Wyatt, G., Sikorskii, A., Rahbar, M.H., Victorson, D.,You, M. (2012). Health-related quality-of-life outcomes: a reflexology trial with patients with advanced-stage breast cancer [Bildiri].Oncology nursing forum.

17 Poole, H., Glenn, S.,Murphy, P. (2007) A randomised controlled study of reflexology for the management of chronic low back pain. *European Journal of Pain*, 11 (8), 878-887.

18 Blunt, E. (2006) Foot reflexology. *Holistic Nursing Practice*, 20 (5), 257-259.

19 http://www.ancientegyptonline.co.uk/massage.html. (9.10.2016). Ağ

20 Lett, A. (2002) The future of reflexology. *Complementary Therapies in Nursing and Midwifery*, 8 (2), 84-90.

21 Sudmeier, I., Bodner, G., Egger, I., Mur, E., Ulmer, H.,Herold, M. (1999) [Changes of renal blood flow during organ-associated foot reflexology measured by color Doppler sonography]. *Forschende Komplementarmedizin*, 6 (3), 129-134.

22 Keet, M., Keet, L. . (2012). Hand Reflexology (second edition bs.). London: Endeavour House.

23 Yüksel, İ., Akbayrak, T., Tuğay, N., Çıtak-Karakaya, I., Demirtürk, F.,Ekici, G. (2012). Masaj teknikleri: Asil Yayın Dağıtım Ankara.

24 9.10. 2016, Ağ Sitesi: **URL: http://www.masaj.gen.tr/**

25 Kunz, B.,Kunz, K. (2003). Reflexology: health at your fingertips: Dorling Kindersley.

26 Xavier, R. (2007) Facts on reflexology (foot massage).

27 McCullough, J., Liddle, S., Sinclair, M., Close, C.,Hughes, C. (2014) The physiological and biochemical outcomes associated with a reflexology treatment: a systematic review. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2014.

28 Oleson, T.,Flocco, W. (1993) Randomized controlled study of premenstrual symptoms treated with ear, hand, and foot reflexology. *Obstetrics & Gynecology*, 82 (6), 906-911.

29 Launsø, L., Brendstrup, E.,Arnberg, S. (1999) An exploratory study of reflexological treatment for headache. *Alternative therapies in health and medicine*, 5 (3), 57-65.

30 Milligan, M., Fanning, M., Hunter, S., Tadjali, M.,Stevens, E. (2002) Reflexology audit: patient satisfaction, impact on quality of life and availability in Scottish hospices. *International journal of palliative nursing*, 8 (10), 489-496.

31 Siev-Ner, I., Gamus, D., Lerner-Geva, L.,Achiron, A. (2003) Refiexology treatment relieves symptoms of multiple sclerosis: a randomized controlled study. *Multiple Sclerosis*, 9 (4), 356-361.

32 Park, H.S.,Cho, G.Y. (2004) [Effects of foot reflexology on essential hypertension patients]. *Taehan Kanho Hakhoe Chi*, 34 (5), 739-750.

33 Hughes, C.M., McCullough, C.A., Bradbury, I., Boyde, C., Hume, D., Yuan, J. ve diğerleri. (2009) Acupuncture and reflexology for insomnia: a feasibility study. *Acupuncture in Medicine*, 27 (4), 163-168.

34 Song, M.R.,Song, H.M. (2005) The effects of foot reflexology on ADL and fatigue in stroke patients. *The Korean Journal of Rehabilitation Nursing*, 8 (2), 139-148.

35 Parkes, J., McCullough, N., Madden, A.,McCahey, E. (2009) The health of children with cerebral palsy and stress in their parents. *Journal of advanced nursing*, 65 (11), 2311-2323.

36 Bower, E. (2009). Finnie's handling the young child with cerebral palsy at home

Multipl Skleroz'da Görülen Yürüyüş Problemleri

Uzm Fzt Barış Çetin, Prof Dr Kadriye ARMUTLU
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
e-mail : bariscetin@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Multipl Skleroz (MS) hastalarında motor, duyusal ve kognitif olarak ortaya çıkabilecek birçok semptom yürüyüş problemlerine neden olmakta ve bunun sonucunda günlük yaşamları olumsuz yönde etkilenmektedir. MS hastalarının yürüyüş paternleri genellikle yürüyüş hızında, tek ve çift adım uzunluğunda, tek destek periyodu ve salınım fazlarında azalma; buna karşılık çift destek periyodu ve destek alanlarında artma ile karakterizedir. Bu problemlere yönelik olarak geleneksel denge ve yürüme eğitimlerinin, robotik destekli yürüme sistemlerinin ve yardımcı cihazların etkileri incelenmiş ve MS hastalarının yürüyüşünü geliştirmede etkin olabilecekleri gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: Multipl Skleroz, yürüyüş, rehabilitasyon

ABSTRACT

Multiple Sclerosis (MS) can cause a wide range of symptoms including motor, sensorial and cognitif skills; thus gait abnormalities can occur as a result of these problemls. These gait problems affect MS patiens' daily life negatively. General characteristics of gait pattern in MS are decrease in walking speed, single and double stride length, single support period and swing phase times; contrary to this, increase in double support phase time and base of support. Conventional physiotherapy methods, robotic assisted treadmill training and assistant devices have been researched generaly as a treatment for MS gait problems and it is shown that these methods can have positive effects on walking.

Key words: Multiple sclerosis, gait, rehabilitation

1. GİRİŞ

Merkezi sinir sisteminin kronik inflamatuar demyelinizan hastalığı olan Multipl Skleroz (MS)'in, Dünya çapında yaklaşık 2-2,5 milyon kişide olduğu tahmin edilmektedir (1). MS'de görülebilecek birçok semptomun sonucu olarak ortaya çıkan yürüyüş problemleri hastaların yaşamlarını olumsuz olarak etkilemektedir. Yürüyüş problemleri hastalığın en erken dönemlerinden itibaren görülmekte ve hastalığın ileri dönemlerinin en karakteristik özelliklerinden birisi olarak izlenmektedir (2,3).

Bu yazıda MS' de yürüyüş problemlerinin nedenleri ve yürüyüş özeliklerine, klinik ortamda nasıl izlendiğine ve rehabilitasyonuna yönelik hangi uygulamaların yapıldığına yer verilecektir.

2. NORMAL YÜRÜYÜŞ

Bir yerden başka bir yere gitmek amacıyla iki alt ekstremitenin de kullanıldığı ve en az bir ekstremitenin her zaman yerde olduğu harekete yürüyüş denir (4). Ayak topuğunun yere temasıyla başlayan ve aynı ayağın bir sonraki topuk temasına kadar olan sürece ise bir yürüme döngüsü denilir. Sağlık bir insanda rahat yürüme hızı ortalama olarak 80 m/dk. dır. Bir yürüme döngüsü ise iki ayrı fazdan meydana gelmektedir. Bu fazlar; ilk topuk temasından parmak ucu kalkışına kadar olan süreci kapsayan duruş fazı ve aynı ayağın parmak ucu kalkışından tekrar topuk temasına kadar olan süreci kapsayan sallanma fazlarıdır. Normal yürümenin yaklaşık %60' ını duruş fazı , yüzde 40' ını sallanma fazı oluşturur (5).

Yürüme fazının %60' ını oluşturan duruş fazı 5 alt parametrede incelenir. Bunlar sırasıyla; topuk teması, tam basma, basma ortası, topuk kalkışı ve parmak kalkışıdır. Yürümenin %40'lık bir bölümünü oluşturan sallanma fazı ise 3 alt parametrede incelenir ve isimleri sırasıyla; hızlanma, salınım ortası ve yavaşlama fazlarıdır. Normal bir yürüyüş döngüsünün ortalama değerleri tablo 1'de gösterilmiştir (6).

Tablo 1: Yürüyüş döngüsünün ortalama değerleri

Parametreler	Ortalama Değerler
Adım uzunluğu	0,7 m.
Adım genişliği	5-10 cm.
Çift adım uzunluğu	1,4 m.
Dakikadaki adım sayısı(kadans)	113
Yürüme hızı	80 m/dk
Yürüme döngüsünün süresi	1.3 sn.

3. MULTİPL SKLEROZ

Multipl Skleroz (MS), merkezi sinir sistemi (mss) hücrelerinin demiyelinizasyonu, aksonal kayıpları ve gliozisi sonucu beyin ve medulla spinalisin birçok yerinde, farklı zamanlarda oluşabilen demiyelinizasyon plakları ile çok çeşitli nörolojik bulguların ortaya çıktığı kronik inflamatuar ve otoimmun bir hastalıktır (7,8).

3.1. Epidemiyoloji

MS, genç erişkin popülasyonda en çok karşılaşılan nörolojik problemlerden biridir. Genellikle 20-40 yaş arası tanı alınır. Kadınlarda erkeklere oranla 2-3 kat daha fazla görülür (9).

Coğrafi dağılımına bakıldığında ise Asya ve tropik bölgelerde 100.000 kişide 5 kişiden az rastlandığı görülürken; Kuzey Avrupa ülkelerinde, Kanada ve Kuzey Amerika'da bu oran 100.000 kişide 100-200 kişi arasında değişmektedir (10).

3.2. Etyopatogenez

Etyolojisi halen tam olarak bilinmeyen MS' in oluşumunda genetik ve çevresel faktörlerin rol aldığı düşünülmektedir. Güneş ışınları maruziyetinde ki azalma, vitamin-d eksikliği, sigara kullanımı ve Eipstein-Barr virüsü MS' in ortaya çıkmasında etkisi olabileceği düşünülen çevresel faktörlerdendir. MS' in tam olarak genetik bir hastalık olduğu düşünülmemekle beraber genetiğin bir risk faktörü olduğu da bilinmektedir (11-13).

Hastalığın patofizyolojisinde ise merkezi sinir sisteminin dışında aktifleşen otoreaktif T hücrelerinin işlevi bozulmuş kan-beyin bariyerini geçerek belirli antijenlere karşı reaksiyon göstermesi ve sonuç olarak doku hasarının oluşması yer almaktadır (14).

3.3. MS Alt Tipleri

Relapsing-Remitting MS: Genellikle hastalığın ilk yıllarında kötüleşmeler ve bunları takiben bir sonraki atağa kadar kısmi veya tamamen iyileşme devreleri görülür. Bu tipe relapsing-remitting MS (RRMS) denir. Hastaların yaklaşık %80 inde hastalık bu şekilde başlar. Bu dönemde bağışıklık sistemini düzenleyici tedavilere yanıt oldukça iyidir.

Sekonder Progresif MS: RRMS tip hastaların büyük bir çoğunluğu daha sonra sekonder progresif MS (SPMS) tipine değişim gösterir. Bu tipte küçük veya büyük ölçüde ve devam eden bir süreç şeklinde kötüleşmeler vardır. 25 yıl içerisinde hastaların yaklaşık %70 i bu tipe geçerler. SPMS ise bağışıklık sistemini düzenleyici tedavilere karşı daha dirençlidir

Relapsing-Progresif MS: Hastalarının çok az bir kısmı ise atak geçirir ve hemen bu atağı takiben ilerleyici biçimde kötüleşmenin olduğu bir faz içerisinde yer alır. Bu tipe ise Relapsing-Progresif MS (RPMS) denir. Bu tipin prognozu SPMS tip ile oldukça benzerdir.

Primer Progresif MS: Hastalarının yaklaşık %10-20 lik bir kısmı ise hastalıklarının başlangıcından itibaren ataksız bir şekilde devam eden kötüleşmelerle izlenirler. Bu tipe ise Primer Progresif MS (PPMS) denir. PPMS tip de geleneksel tedavi yaklaşımlarına karşı oldukça dirençlidir.

En çok karşılaşılan bu alt tiplere ek olarak hastalığın çok iyi seyrettiği ve 15-20 yıl geçmesine rağmen herhangi bir özrün oluşmadığı **benign tip** ve çok ağır bir tabloyla ilerleyen ve bir aydan bir kaç yıla kadar olan süreçte ölüme sebep olabilen **Marburg tip** MS vardır (15-19).

4. MS'DE YÜRÜYÜŞ

MS'de ortaya çıkması muhtemel birçok semptom hastaların mobilitelerini ve buna bağlı olarak da günlük hayatlarını olumsuz etkilemekte, yaşam kalitelerini azaltmaktadır. 1011 MS hastası ve 317 hasta yakınının dahil edildiği bir çalışmada, hastaların %41'i yürüme problemleri yaşadıklarını ve bu hastaların %70'i de bu probleminin günlük yaşamlarını, sosyal ve sosyoekonomik hayatlarını en çok etkileyen problem olduğunu belirtmişlerdir. Hasta yakınlarının ise yaklaşık %30-40 kadarı bu problemin kendi günlük yaşamlarını da oldukça olumsuz yönde etkilediğini bildirmişlerdir (20).

MS hastalarında yürüyüşü olumsuz yönde etkileyebilecek birincil problemlere baktığımızda ise karşımıza kuvvet ve duyu kayıpları, ataksi, kas tonusu problemleri, görme bozuklukları, yorgunluk, kognitif problemler ve ağrı çıkmaktadır (21).

Tablo 2: Yürüyüş problemlerine genel klinik bakış

ÖZELLİKLER	ÖRNEKLER
Motor bozukluğun dağılımlarına göre	Monoparezi Hemiparezi Paraparezi Quadriparezi
Yürüme bozukluğunun klinik tipleri	Paretik yürüyüş Spastik yürüyüş Ataksik yürüyüş
Özellikle görülen yürüyüş problemleri	Makaslama Düşük ayak Dizde hiperekstansiyon Sirkumdüksiyon
Yardımcı cihaz ihtiyaçları	Baston Walker Manuel veya elektrikli tekerlekli sandalye
Düşme riski oluşturan faktörler	Denge problemleri Ataksi Düşük ayak

4.1. MS Hastalarının Genel Yürüyüş Özellikleri

MS hastalarının çeşitli yürüme analizi sistemleri ile değerlendirilmesi sonucu özellikle yürüme döngülerinde görülen problemleri; yürüyüş hızında, tek ve çift adım uzunluğunda, tek destek periyodu ve salınım fazlarında azalma; buna karşılık çift destek periyodu ve destek alanlarında artıştır. İzlenen bir diğer karakteristik patern ise etkilenmiş tarafa da bağlı olarak sağ ve sol taraf arasındaki duruş sürelerinde farklılıktır (22,23).

MS hastalarında en sık karşılaşılan problem, asimetrik etkilenimli spastik paretik yürüyüştür. Serebellar etkilenimi belirgin olan hastalar destek yüzeylerini artırarak yürürlerken, duyusal etkilenimi belirgin olan hastalar kontrolsüz topuk ve taban teması ile yürürler (24). MS hastalarının yürüyüş problemleri açısından genel klinik görünümleri tablo 2 de gösterilmiştir (21).

4.1.1. Kuvvet kayıplarının yürüyüş üzerine etkisi

Kalça fleksörlerinde ortaya çıkan kuvvet kayıpları ayağın tam olarak yerden kesilememesi, sirkumdüksiyon yürüyüşü, gövdenin etkilenmemiş tarafa doğru eğilmesi ve azalmış adım uzunluğu ile karakterize iken; kalça ekstansör kuvvetinin azalmasıyla yerçekiminin etkisini azaltmak amacıyla gövdenin geriye doğru eğilmesi gözlenir.

Diz ekstansörlerinde ki kuvvet kayıpları sonucu duruş fazında diz kontrolünün azalması ve dizde hiperekstansiyona gidiş görülürken; diz fleksörlerinin kuvvet kaybında özellikle sallanma fazında diz fleksiyonunda yetersizlik izlenir.

Ayak bileği dorsifleksörlerinin kuvvetinin azalması sonucu ayağın yerden kesilmesi, artmış kalça ve diz fleksiyonu, sirkümduksiyon yürüyüşü ve ilk temasta ayağın yere kontrolsüzce bırakılması gibi problemler görülürken; ayak bileği plantar fleksörlerinde ki kuvvet kayıpları sonucu sallanma fazının başlangıcında ki itme fazında zorluk yaşanır (24).

4.1.2. Spastisitenin yürüyüş üzerine etkisi

Diz ekstansörlerinde görülen spastisite dizde hiperekstansiyona ve sallanma fazında diz fleksiyonunun zorlaşmasına neden olurken; diz fleksörlerinde ki tonus artışı çömelir tarzda yürüme paternine sebep olur.

Kalça abdüktörlerinde görülen spastisite sonucu makaslama yürüyüş izlenir.

Ayak bileği plantar fleksörlerinde oluşan spastisite sonucunda ise sallanma fazında azalmış ayak bileği dorsifleksiyonu, ilk temasda topuk vuruşu yapılmadan direkt olarak taban temasının yapılması ve ayağı yerden kesebilmek amacıyla sallanma fazında artmış kalça ve diz fleksiyonu görülür (24).

4.1.3. Denge-yürüyüş ilişkisi

MS' de görülen ataksik problemler duyusal, vestibular ve serebellar sistemlerin etkilenmesine bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Semptomlar etkilenen sistemlere göre değişmekle birlikte genellikle her sistemin belli oranlarda etkilendiği bir tablo izlenmektedir. Ataksik yürüyüşün en önemli özellikle adım eşitsizlikleri, geniş destek yüzeyinde yürüme, artmış gövde salınımları ve yürüyüş hızında azalmadır (24).

4.1.4. Yorgunluk-yürüyüş ilişkisi

MS hastalarında gün içerisindeki motor yorgunluğun artmasına bağlı olarak şüphesiz ki yürüyüş özellikleri ve maksimum yürüme performansları negatif yönde etkilenmektedir. Ancak kısa mesafe ve uzun mesafe yürümenin gün içerisindeki değişimleri incelenen bir çalışmada, hastalara kısa mesafe testi olarak 10 m. yürüme testi, uzun mesafe yürüme testi olarak 6 dk. yürüme testi yapılmıştır. Yürüme performansları kendi yorgunluk algılarıyla karşılaştırılmıştır. Gün içerisinde hastaların yorgunluk algılarında ki artışa rağmen yürüme performanslarında değişim olmaması hastaların hedefe yönelik yürüyüşlerinin gerçek motor yorgunluklarını yansıtmada yetersiz olduğu yönünde yorumlanmıştır (25).

5. MS'DE YÜRÜYÜŞÜ DEĞERLENDİRME

Literatürde, MS hastalarında yürüyüşe özel genellikle kullanılan değerlendirmelere tablo 3 te ICF çatısı altında yer verilmiştir (21).

Tablo 3 : MS'de yürüyüşe özel kullanılan değerlendirme yöntemleri

Vücut Yapı ve Fonksiyonları	Aktivite	Katılım
• Manuel kas testi • Dinamometre ile kas testi • Duyu değerlendirmesi • Modifiye asworth skalası • Tardieu skalası • Yürüme analizleri (yürüyüş parametreleri, kinetik ve kinematik değerleri, basınç dağılımları)	• 25 adım yürüme testi • 10 metre yürüme testi • 2-6 dk. yürüme testi • EDSS • Pedometre-akselerometre • Dinamik yürüyüş indeksi • 12 maddeli MS yürüyüş ölçeği • Rivermead mobilite indeksi • Zamanlı kalk yürü testi • Bestest	• Multipl skleroz etki profili • Topluluk entegrasyon anketi

6. TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

MS hastalarında görülen yürüyüş problemlerine yönelik olarak fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları incelendiğinde karşımıza; kuvvetlendirme, aerobik kapasiteyi artırma, denge eğitimi gibi müdahalelerin yer aldığı geleneksel uygulamalar, vücut ağırlığını destekleyen sistemler ve bunlarla beraber kullanılan robotik yürüme cihazları ve yardımcı cihaz müdahaleleri çıkmaktadır.

6.1. Konvansiyonel Yaklaşımlar

Konvansiyonel yaklaşımlar düşünüldüğünde ön planda olan uygulamalar genellikle dirençli egzersizlerin yer aldığı kuvvetlendirmeler, aerobik kapasiteyi artırmaya yönelik uygulamalar, denge ve yürüyüş çalışmalarıdır. Melissa Pearson ve ark. tarafından yapılan bir meta analiz çalışmasında 13 randomize kontrollü çalışmaya yer verilmiş ve egzersizin yürüme becerisi üzerine etkileri incelenmiştir(26). Genellikle 8-12 hafta olarak uygulanan egzersiz programlarının içerikleri; aerobik, aerobik ve denge birlikte, yoga egzersizleri ve dirençli egzersizlerden oluşmaktadır. Yürüyüş hızı ve enduransında egzersizle beraber önemli ölçüde gelişim olduğu gösterilmiştir. Ayrıca 6 dakika yürüyüş testini göz önüne alınca en etkili yöntemin dirençli egzersizler olduğu bulunmuştur. Bir başka çalışmada ise dirençli, aerobik ve denge egzersizlerinin eşit sürede dağıldığı kombine egzersiz programının yürüme hızında, yürüyüşün adım uzunluğu, tek destek fazı ve sallanma fazında anlamlı ölçüde gelişim olduğu gösterilmiştir. Çift destek fazının değişiminde ise anlamlılık yönünde eğilim bulunmuştur(27).

Ayrıca gövdeye yelekle giydirilen ağırlıklarla yapılan denge eğitiminin ve sanal gerçeklik kullanılarak yapılan denge egzersizlerinin yürüyüş üzerine olumlu etkileri gösterilmiştir(28,29).

6.2. Yürümeye Özelleşmiş Rehabilitasyon Sistemleri

Yapılan çalışmalar incelendiğinde genel olarak vücut ağırlığı destekli yürüme sistemleri (vadys), vücut ağırlığı desteğine ek olarak robotik destekli yürüme sistemleri (rdys) ve geleneksel denge ve yürüme egzersizlerinin (ge) karşılaştırıldığını görmekteyiz (24).

Rdys ve ge'nin karşılaştırıldığı ve yürüyüş problemlerinin belirgin olduğu (edss 3-6) 49 MS hastasının katıldığı bir çalışmada yaşam kalitelerinde, enerji harcamalarında ve yürüme hızlarında gruplar arasında anlamlı bir fark yok ancak; ge'nin yaşam kalitelerinde ve yürüme hızlarında küçük de olsa daha fazla gelişim etkisine sahip olduğu (30). Edss skorlarının biraz daha fazla olduğu (6-7,5) 35 MS hastasının katıldığı bir başka çalışmada ise rdys yürüyüş hızı, yürüyüş mesafesi ve diz kontrolünün gelişmesinde etkili görülürken, ge grubu sadece yürüyüş hızında gelişim göstermiş ancak; 2 grubunda 6 aylık takiplerinde eski durumlarına geri döndükleri bulunmuştur (31).

6.3. Yardımcı Cihazlar ve Ortezler

Yardımcı cihazlar ve ortezler, düşme riskini azaltmaları, yürüyüş için daha az efor sarfedilmesini sağladıkları ve alınan duyusal girdiler yoluyla denge ve yürüyüşü olumlu yönde etkilemeri sebebiyle yürüyüş problemleri yaşayan MS hastalarının tedavisinde önemli bir yer tutmaktadır (21). En çok kullanılanlar baston, yürüteç, kalça fleksiyon bandları, afo-kafo ve fonksiyonel elektrik stimülatörleridir.

Baston kullanan 6 MS hastasının yürüyüş hızı ve asimetri yönünden kullanmayanlara gore daha fazla gelişim elde ettikleri gösterilmiştir (32). *Yürüteçler,* bilateral destekle birlikte üst gövde postürünü düzeltmede ve destek alanını artırmakta yardımcı olmaktadır. Afo-kafolar ise özellikle düşük ayak ve dizde görülen hiperekstansiyonu engellemek amacıyla kullanılmaktadır. Kalça fleksiyon bandları, bel kemerine bağlı iki lastik bant yardımıyla kalça fleksiyonunun daha kolay yapılmasını sağlarlar. Fonksiyonel elektrik stimülatörleri ise düşük ayak problemi yaşayan hastalarda peroneal sinirin stimülasyonu yoluyla ayak bileği dorsifleksiyonuna yardımcı olmaktadır (21).

7. SONUÇLAR

Dirençli egzersizler, endurans eğitimi ve denge egzersizlerinin içinde bulunduğu kombine egzersizler, yürüyüş problemlerini azaltmakta oldukça etkin. Robotik sistemler ve askı destek sistemleri yürüyüş parametrelerini geliştirmede etkili ancak konvansiyonel yöntemlerle karşılaştırıldığında önemli bir fark yok. Yardımcı cihazların özellikle düşme problemini azaltmak, destek yüzeyini ve duyusal girdileri artırmak amacıyla kullanılması günlük yaşamda oldukça önemlidir.

8. TEŞEKKÜR

Bilgi ve deneyimleriyle hiçbir zaman desteğini esirgemeyen sayın hocalarım; Prof. Dr Kadriye Armutlu'ya, Dr. Fzt. Ayla FİL BALKAN'a ve Dr. Fzt. Yeliz SALCI'ya, ayrıca hayatta her durumda en büyük destekçim olan sevgili eşim Fzt. Hatice ÇETİN'e çok teşekkür ederim.

9. REFERANSLAR

1 Beck, C.A., Metz, L.M., Svenson, L.W.,Patten, S.B. (2005) Regional variation of multiple sclerosis prevalence in Canada. *Multiple Sclerosis*, 11 (5), 516-519.
2 Martin, C.L., Phillips, B., Kilpatrick, T., Butzkueven, H., Tubridy, N., McDonald, E. ve diğerleri. (2006) Gait and balance impairment in early multiple sclerosis in the absence of clinical disability. *Multiple sclerosis*, 12 (5), 620-628.
3 Motl, R.W., Goldman, M.D.,Benedict, R. (2010) Walking impairment in patients with multiple sclerosis: exercise training as a treatment option. *Neuropsychiatr Dis Treat*, 6, 767-774.
4 Kerrigan, C., Schaufele, M.,Wen, M.N. (1995) Gait analysis. *ANNALS OF BIOMEDICAL ENGINEERING*, 23, 115-115.
5 Güler, H.,Tümer, S. (2000) Yürüyüş analizi: Temel kavramlar ve uygulama. *Beyazova M, Gökçe-Kutsal Y, editörler. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. Ankara: Güneş Kitabevi*, 401-426.
6 Oğuz, H., Dursun, E.,Dursun, N. (2004). Tıbbi rehabilitasyon: Nobel Tıp Kitabevleri.
7 Fry, D.K., Huang, M.,Rodda, B.J. (2015) Core muscle strength and endurance measures in ambulatory persons with multiple sclerosis: validity and reliability. *Int J Rehabil Res*, 38 (3), 206-212.
8 Doring, A., Pfueller, C.F., Paul, F.,Dorr, J. (2011) Exercise in multiple sclerosis -- an integral component of disease management. *EPMA J*, 3 (1), 2.
9 Kantarci, O.,Wingerchuk, D. (2006) Epidemiology and natural history of multiple sclerosis: new insights. *Current opinion in neurology*, 19 (3), 248-254.
10 Milo, R.,Kahana, E. (2010) Multiple sclerosis: Geoepidemiology, genetics and the environment. *Autoimmunity Reviews*, 9 (5), A387-A394.
11 Ascherio, A., Munger, K.L.,Simon, K.C. (2010) Vitamin D and multiple sclerosis. *The Lancet Neurology*, 9 (6), 599-612.
12 Ascherio, A.,Munger, K.L. (2007) Environmental risk factors for multiple sclerosis. Part I: the role of infection. *Annals of neurology*, 61 (4), 288-299.
13 Wingerchuk, D.M. (2012) Smoking: effects on multiple sclerosis susceptibility and disease progression. *Therapeutic advances in neurological disorders*, 5 (1), 13-22.
14 Lassmann, H., Brück, W.,Lucchinetti, C.F. (2007) The immunopathology of multiple sclerosis: an overview. *Brain pathology*, 17 (2), 210-218.
15 Hawkins, S.,McDonnell, G. (1999) Benign multiple sclerosis? Clinical course, long term follow up, and assessment of prognostic factors. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 67 (2), 148-152.
16 Weinshenker, B.G. (1997). The natural history of multiple sclerosis: update 1998 [Bildiri].Seminars in neurology.
17 Kremenchutzky, M., Cottrell, D., Rice, G., Hader, W., Baskerville, J., Koopman, W. ve diğerleri. (1999) The natural history of multiple sclerosis: a geographically based study. *Brain*, 122 (10), 1941-1950.
18 Stys, P.K., Zamponi, G.W., van Minnen, J.,Geurts, J.J. (2012) Will the real multiple sclerosis please stand up? *Nature Reviews Neuroscience*, 13 (7), 507-514.
19 Frederick, M.C.,Cameron, M.H. (2016) Tumefactive Demyelinating Lesions in Multiple Sclerosis and Associated Disorders. *Current neurology and neuroscience reports*, 16 (3), 1-7.
20 LaRocca, N.G. (2011) Impact of walking impairment in multiple sclerosis. *The Patient: Patient-Centered Outcomes Research*, 4 (3), 189-201.
21 Bethoux, F. (2013) Gait disorders in multiple sclerosis. *Continuum (Minneap Minn)*, 19 (4 Multiple Sclerosis), 1007-1022.
22 Givon, U., Zeilig, G.,Achiron, A. (2009) Gait analysis in multiple sclerosis: characterization of temporal–spatial parameters using GAITRite functional ambulation system. *Gait & posture*, 29 (1), 138-142.
23 Benedetti, M., Piperno, R., Simoncini, L., Bonato, P., Tonini, A.,Giannini, S. (1999) Gait abnormalities in minimally impaired multiple sclerosis patients. *Multiple Sclerosis*, 5 (5), 363-368.
24 Stevens, V., Goodman, K., Rough, K.,Kraft, G.H. (2013) Gait impairment and optimizing mobility in multiple sclerosis. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 24 (4), 573-592.
25 Feys, P., Gijbels, D., Romberg, A., Santoyo, C., Gebara, B., de Noordhout, B.M. ve diğerleri. (2012) Effect of time of day on walking capacity and self-reported fatigue in persons with multiple sclerosis: a multi-center trial. *Multiple sclerosis journal*, 18 (3), 351-357.
26 Pearson, M., Dieberg, G.,Smart, N. (2015) Exercise as a therapy for improvement of walking ability in adults with multiple sclerosis: a meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 96 (7), 1339-1348. e1337.
27 Motl, R.W., Smith, D.C., Elliott, J., Weikert, M., Dlugonski, D.,Sosnoff, J.J. (2012) Combined training improves walking mobility in persons with significant disability from multiple sclerosis: a pilot study. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 36 (1), 32-37.
28 Widener, G.L., Allen, D.D.,Gibson-Horn, C. (2009) Randomized clinical trial of balance-based torso weighting for improving upright mobility in people with multiple sclerosis. *Neurorehabilitation and neural repair*, 23 (8), 784-791.
29 Fulk, G.D. (2005) Locomotor Training and Virtual Reality□based Balance Training for an Individual with Multiple Sclerosis: A Case Report. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 29 (1), 34-42.
30 Vaney, C., Gattlen, B., Lugon-Moulin, V., Meichtry, A., Hausammann, R., Foinant, D. ve diğerleri. (2012) Robotic-assisted step training (lokomat) not superior to equal intensity of over-ground rehabilitation in patients with multiple sclerosis. *Neurorehabilitation and neural repair*, 26 (3), 212-221.

31 Beer, S., Aschbacher, B., Manoglou, D., Gamper, E., Kool, J.,Kesselring, J. (2008) Robot-assisted gait training in multiple sclerosis: a pilot randomized trial. *Multiple sclerosis*, 14 (2), 231-236.
32 Gianfrancesco, M.A., Triche, E.W., Fawcett, J.A., Labas, M.P., Patterson, T.S.,Lo, A.C. (2011) Speed-and cane-related alterations in gait parameters in individuals with multiple sclerosis. *Gait & posture*, 33 (1), 140-142.

İskelet Kasındaki Lif Tipi Adaptasyonları

Uzm Fzt Kıvanç DELİOĞLU
Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
e-mail: kvncdelioglu@gmail.com

ÖZET

İskelet kası, değişik yüklenme ve yüklenmeme modelleri, sistemik patolojiler sonucunda enerji metabolizmasında, pasif mekanik özelliklerinde, lif büyüklükleri ve tipindeki değişiklikler ile kusursuz bir plastisite özelliği göstermektedir. Birçok intrinsik ve ekstrinsik değişken, kasın plastik özelliği üzerinde etkilidir. Egzersiz programları ve yüklenme modellerinin belirlenmesinde bu çoklu faktörler göz önüne alınmalıdır.

Anahtar kelimeler: İskelet kası lif tip değişimi, kas adaptasyonları, fizyoterapi

ABSTRACT

Skeletal muscle demonstrates a perfect plasticity feature in its energy metabolism associated with different loading and unloading models and systemic pathologies, its passive mechanical properties and its fiber size and type. Many intrinsic and extrinsic variables are effective on the plastic feature of the muscle. These multiple factors should be considered for determining exercise programs and loading models.

Key words: Alteration of skeletal muscle's fiber type, muscle adaptations, physiotherapy

1. GİRİŞ

İskelet kası farklı fiber çeşitlerinden oluşan heterojen bir yapı içermektedir. İskelet kasındaki bu heterojenite, kasın farklı fonksiyonlara ve taleplere cevap oluşturabilmek için lif tipindeki değişimler yoluyla uyum sağlama özelliğinden kaynaklanmaktadır. Kasın farklı fonksiyonel talepler karşısında adapte olabilme yeteneği ve kas liflerindeki çeşitlilik 100 yılı aşkın bir süredir incelenmektedir. Tıbbi görüntüleme ve biyokimyasal analizlerdeki gelişmelere bağlı olarak Ranvier'in 1873 yılında yapmış olduğu liflerin kırmızı veya beyaz renkte oluşuna göre olan sınıflandırmadan, 1980 – 1990 yılları arasında yapılan çalışmalar ışığında olgunlaşmış olan myozin ağır zincir izoformlarını temel alan sınıflandırma ve günümüzde gen ekspresyonları ile yapılan sınıflandırmalar kasların farklı fonksiyonel talepler veya patolojiler karşısında çok ciddi bir uyum sağlama yeteneği olduğunu ve farklı kas yapıları oluştuğunu ortaya koymaktadır (1-3).

2. KASLARIN YAPTIĞI İŞE ETKİ EDEN FAKTÖRLER, İSKELET KASLARI VE İNERVASYONLARI

İskelet kaslarında intrafusal ve ekstrafusal kas lifleri olmak üzere iki temel tanımlayıcı hücre bulunmaktadır. İntrafusal lifler kasın duyusal aparatında görev alırken; ekstrafusal lifler kasın kasılma ile ilgi olan, hareketi ve kuvveti ortaya çıkaran motor parçasını oluşturmaktadır. Kas fiberlerinden bahsederken daha çok ekstrafusal liflerden bahsedilmektedir. Kasın oluşturduğu kuvvet ve kuvvet çeşitliliği, hareket ve hareket çeşitliliği yani fonksiyonel çeşitliliklere fizyolojik, biyokimyasal ve morfolojik değişimlerle uyumunu konu alan yazılar daha çok ekstrafusal liflerdeki değişimleri açıklamıştır (3,4).

Medulla spinalisin ön boynuzundan çıkan ve kasın inervasyonunu sağlayan α-motor nöronlar farklı sayıda kas liflerini uyarmaktadır. Örneğin ekstraoküler kaslarda bir motor nöron 3-5 adet kas lifini uyarırken, ekstremite kaslarında ise bir motor nöron yüzlerce lifi uyarabilmektedir. Bir motor nöron ve onun inerve ettiği liflerin toplamına motor ünite adı verilir ve bu motor üniteler nöromusküler fonksiyonların en temel belirleyicisidir. Bir motor ünite içerisindeki lif sayısı kasın meydana getirdiği hareketin hassasiyeti (ince motor – kaba motor hareketler gibi) ile ilişkilidir ve aynı motor ünite içerisinde bulunan kaslar aynı motor nöron tarafından uyarıldığı için fizyolojik özellikleri de benzerdir (3). Bir kas içerisinde farklı sayılardaki motor ünitelerin her biri kendi spesifik özellikleri ile bir araya gelmektedir. Kas

içerisindeki motor ünitelerin her birinin kasa kazandırmış olduğu farklı karakterdeki kasılma özellikleri kasın fonksiyonel taleplere en uygun şekilde geniş bir yelpazede cevaplar oluşturmasını sağlamaktadır (3,4).

Motor ünitelerdeki kas fiberlerinin karakteristik özelliklerini yani fiber tiplerini belirleyen temel faktör uyarıcı α-motor nöronlardır; bu nedenle motor ünite içindeki fiberler aynı morfolojik ve fizyolojik özelliklere sahiptir. Ancak farklı çalışmalarda aynı motor ünite içerisindeki fiberlerin metabolik aktivitelerinin, bu metabolik aktiviteyi ve fiberlerin fonksiyonlarını belirleyen proteinlerin farklılık gösterdiği ortaya konmuştur (3,5,6). Bu farklılık, kastaki dönüşüm sürecinin veya motor nöron disfonksiyonunun göstergesi olarak yorumlanmaktadır. Liflerin yapısal ve fonksiyonel özelliklerinin hormonal ve nöral cevaplardaki değişimlerle farklılaşabileceği belirtilmiştir. Bunun nedeni lif tipindeki ana belirleyici faktörün nöral uyaran olmasıdır, ancak fonksiyonel talepler veya patolojik olaylar karşısında bu nöral veya hormonal cevapların değiştiği unutulmamalıdır (3).

Kasın yaptığı işe etki eden dört temel faktör olduğu ortaya konmuştur. Bunlar: Lif tipi, uyarılma-kasılma eşliği, enerji kullanımı (salınımı), kas yapısı ve mimarisidir. Bu faktörlerin değişimi kasın oluşturduğu kuvvet, güç ve hareketle ilgili özellikleri değiştirmektedir (7). Bu nedenle lif tipi değişimlerinin incelenmesi, fizyoterapi programlarının koruyucu veya tedavi edici olarak hazırlanmasında faydalı olacaktır. Patolojiler veya fonksiyonel talepler doğrultusunda gerçekleşen lif tiplerindeki değişimlerin öncesinde lif tipi sınıflandırmaları ve lif tipi dönüşüm mekanizmasına değinilecektir.

3. İSKELET KASINDA LİF TİPİ SINIFLANDIRMALARI VE İSKELET KASININ HETEROJEN YAPISI

İskelet kasları uzun yıllardan bu yana incelenmekte ve bu incelemelerde farklı sınıflandırmalar kullanılmaktadır. Lif tipi dönüşümlerinde lif karakteristiklerinin belirleyicisi olarak kullanılabilecek birçok farklı molekül olmakla beraber bu değişimlerin takibi günümüzde gen ekspresyonları ve liflerin myosin ağır zincir (myosin heavy chain – MHC) molekülünde oluşan değişikliklerin incelenmesi ile yapılmaktadır. Lif tipleri ve sınıflandırmasına kısaca myosin ATPase (mATPase) bağımlı lif tipi sınıflaması, metabolik enzim bağımlı lif tipi sınıflaması ve myosin ağır zincir isoformuna bağlı olarak yapılan sınıflama olarak değinilecektir; ancak tablo 1'de gösterildiği gibi çok farklı sınıflandırmalar olduğu da görülmektedir (2).

Tablo 1: Çeşitli iskelet kası sınıflandırmaları.

Sınıflandırma Sistemi	**Lif Tipi**			
Fizyoloji	Yavaş	Hızlı		
MHC Türü	MHC I / b	MHC IIa, MHC IIb, MHC IIx		
Kontraksiyon Zamanı	90 – 140 msn	40 – 90 msn		
Yorgunluk Rezistansı	Çok (Enduransı Yüksek)	Az (Hızlı Kuvvet Üretimi)		
Maksimum Tetanik Kuvvet / Motor Ünite Sayısı	350 mN	550 – 1300 mN		
Stimülasyon Frekansı	5 – 25 Hz	60 – 70 Hz		
İmmunohistokimyasal	**Yavaş**	**Hızlı**		
Enzim Histokimyasal	I	IIa	IIb(IIx)	
Sitofotometri	YO	HOG II	HOG I	HG
ATPase Aktivitesine Bağlı	Düşük	Yüksek	Yüksek	Yüksek
SDH Aktivitesine Bağlı	Orta veya Yüksek	Yüksek	Orta	Düşük
Morfoloji	Yavaş	Hızlı		
	I	IIa	IIb	
Mitokondrial Yoğunluk	Yüksek	Yüksek	Düşük	
Kapillerizasyon	Yüksek	Yüksek	Düşük	
Motor Nöron Genişliği	Küçük	Büyük		
Akson Çapı	8 – 14 µm	9 – 18 µm		

Kısaltmalar: MHC: Myozin Ağır Zinzir, SDH: Süksinat Dehidrogenaz YO: Yavaş Oksidatif, HOG I: Hızlı Oksidadif Glikolitik I, HOG II: Hızlı Oksidadif Glikolitik II, HG: Hızlı Glikolitik(2) . mN: milinewton, Hz: Heartz, µm: mikrometre, msn: milisaniye

3.1. Myosin ATPase Bağımlı Lif Tipi Sınıflandırması

Orjinal hali 1967 yılında mATPase (aktin-aktif myozin ATPase, actin-activated myosin ATPase) aktivitesi ile kas kısalma hızı arasındaki ilişkinin gösterilmesine dayanmaktadır. mATPase aktivitesi ile kırmızı ve beyaz liflerin arasındaki farklılık ve ana lif tipleri olan Tip 1 (yavaş) – Tip 2 (hızlı) liflerin mATPase aktivite farklılıkları araştırılmıştır. Gelişen histokimyasal inceleme yöntemleri ile farklı mATPase aktiviteleri gösterilmiştir (2).

mATPase histokimyasal incelemeleri ile üç hızlı ve bir yavaş olmak üzere toplam dört ana grup oluşmuştur. Hızlı lif tipleri Tip IIa, Tip IIx, Tip IIb; yavaş lif tipi ise Tip I'dir. Sonraki yıllarda yapılan myosin ağır zincir (MHC) molekülü isoformları ile yapılan sınıflandırma mATPase sınıflandırması eşleştirildiğinde Tip IIb lifleri MHC IIb, Tip IIa lifler MHC IIa, Tip IIx lifleri MHC IIx ve Tip I lifleri MHC I ile eşleşmektedir (2,8,9). Bu eşleştirmede fiberlerdeki MHC molekülü saf fiber tipi olarak kabul edilmiştir ancak, daha sonra anlatılacağı üzere aynı fiber üzerinde farklı MHC modelleri (hibrit fiberler), bu dört MHC isoformundan farklı isoformlarda MHC'ler ve birden fazla fenotip aynı anda olabilir (3,4,10).

3.2. Metabolik Enzim Bağımlı Lif Tipi Sınıflaması

Metabolik enzim bağımlı lif tipi sınıflaması, mATPase aktivitesine bağlı sınıflandırma ile birlikte sıklıkla yapılan bir başka sınıflandırmadır. mATPase aktivitesine bağlı sınıflama veya farklı tekniklerle yapılan kırmızı (yavaş) – beyaz (hızlı) sınıflandırmasının haricinde liflerin hangi metabolik yollarla enerji ürettiği üzerinde durmaktadır. Oksidatif veya glikolitik yollardan enerji üretimleri veya enerji kaynağı olan yakıtların incelenmesi ile liflerin metabolik aktivitelerine göre sınıflandırma yapılmaktadır. Bu sınıflandırmada oksidatif veya glikolitik enerji üretim mekanizmaları içerisindeki SDH (süksinat dehidrogenaz), NADH (nikotinamid adenin dinükleotit) gibi enzim aktivitelerinin takibi ve enzim histokimyasal incelemeler ile yapılmaktadır. Metabolik enzim bağımlı sınıflandırma şemasında üç farklı lif tipi yer almaktadır. Bunlar hızlı kasılan glikolitik – HG, hızlı kasılan oksidatif-glikolitik – HOG, yavaş kasılan oksidatiftir – YO (11,12). Bu sınıflandırma ile mATPase aktivitesine bağımlı sınıflandırma sistemi eşleştirildiğinde Tip IIb ile HG, Tip IIa ile HOG ve Tip I ile YO liflerin eşleştiği belirtilmekle beraber bu ilişkinin her zaman çok güçlü olmadığı da belirtilmiştir (2,3).

3.3. Myosin Ağır Zincir İsoformuna Bağlı Sınıflama

Kas kasılması sırasında meydana gelen çapraz köprü döngüsünde kasın kısalmasını sağlayan en önemli iki kontraktil protein aktin ve myozin flamentleridir. Myozin flamentleri iki baş, dört hafif zincir ve iki ağır zincir molekülünden oluşmaktadır. Hafif ve ağır zincirler bir çok amino asitin bir araya gelerek oluşturduğu polipeptid yapıdadır. Zincirleri oluşturan amino asit dizilimlerinin ve içeriklerinin değişmesi ile farklı myosin ağır zincir veya hafif zincir molekül isoformları oluşmaktadır. Tek kas fiberinin incelenmesini sağlayan gelişmiş immünohistokimyasal analizler ve elektroforez yöntemi bu isoformların farklılıklarının gösterilmesini mümkün hale getirmiştir. Özellikle myosin ağır zincir moleküllerinin incelenmesi kas lifleri arasındaki farklılıkları göstermektedir. Kasın maksimum kısalma hızı ile myosin moleküllerinin fonksiyonu ilişkilidir. Myosin moleküllerinin kontraktil özellikleri ile de myozin ağır zincir (MHC) molekülü kompozisyonu arasında ilişki olduğu gösterilmiştir. MHC isoformlarının incelenmesinin, kas liflerindeki farklılıkların gösterilmesinde, kas liflerindeki farklılaşmaların ve kontraktil özelliklerinin takibinde uygun bir yöntem olduğu ortaya konmuştur (2,3,13,14).

Her geçen gün farklı fonksiyonel talepler, çeşitli yüklenmeler ve patolojiler karşısında yeni MHC isoformları bulunmakla birlikte Punkt 2002 yılında lif tipi değişimlerini anlattığı yazısında en az 16 farklı MHC isoformu bilindiğini bildirmiştir. Bu farklılık kaslardaki fonksiyonel çeşitliliği de ortaya koymaktadır (3).

İskelet ve gövde kaslarında temel olarak 4-5 çeşit ana MHC isoformu bulunduğu belirtilmekle birlikte; embriyonik ve neonatal dönemler için, ekstraoküler kaslar, kardiak kaslar için farklı MHC isoformları da bulunmaktadır. Tablo 2'de bazı farklı MHC türleri ve bu türlerin özellikleri gösterilmiştir (2).

4. İSKLET KASINDA LİF TİPİ ADAPTASYON MEKANİZMALAR

Tablo 2'de de incelemiş olan liflerin MHC isoformları ana (saf) isoformlar olup sadece tek tip MHC isoformu bulundurmaktadır. Her MHC isoform tip farklı mATPase aktivitesi, farklı gerilim miktarı, farklı kasılma özelliklerini ifade etmektedir. MHC isoformlarının incelemesinde bir lifin sadece tek bir tip MHC isoformu bulundurabileceği gibi farklı MHC isoformlarını bir arada bulundurabileceğinin ortaya konması, lif tipi dönüşümlerinin gösterilmesinde oldukça önemlidir.

Tablo 2: Bazı farklı MHC türleri ve bu türlerin özellikleri(2) .

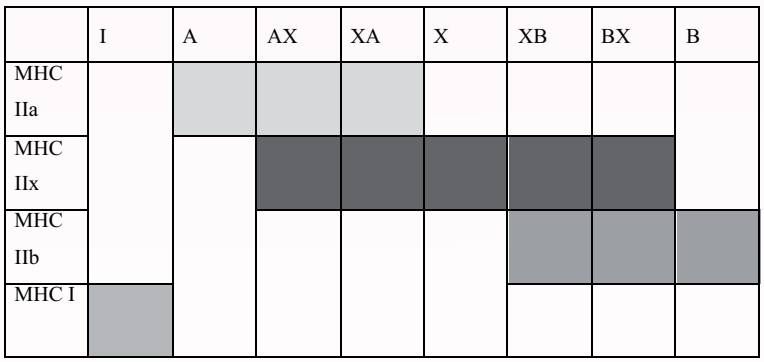
Karakteristik Özelliği	Adlandırma	Fiber tipi
Hızlı Kasılma	MHC IIb	II b, II bx, II ab
Hızlı Kasılma	MHC IIx	II x, II bx, II xa
Hızlı Kasılma	MHC IIa	II a, II ab, II xa, II C, I C
Hızlı Kasılma	MHCeom	Ekstraoküler, Laringeal Kaslar
Yavaş Kasılma	MHC I (MHC Iβ)	I, I C, II C
Yavaş Kasılma	MHC Iα	Ekstraoküler Kaslar, Diyafram, Masseter Kası, İntrafusal Lifler
Yavaş Kasılma	MHC Iton	Ekstraoküler Kaslar, Tensor Tympani, İntrafusal Lifler
Embriyonik	MHCemb	Myotube, Ekstraoküler Kaslar, İntrafusal Lifler, Rejenerasyon Olan Ekstrafusal Lifler
Neonatal	MHCneo	Neonatal, Ekstraoküler, Masseter Kası, İntrafusal Lifler, Rejenerasyon Olan Ekstrafusal Lifler

Sadece tek bir MHC isoformu bulunduran lifler saf fiberler olarak kabul edilirken, bir kaç MHC isoform özelliğini bir arada bulunduran lifler hibrit fiberler olarak ifade edilmektedir (10). Fiberlerin farklı MHC kombinasyon tipleri barındırdığı gösterilmiştir. Özellikle hızlı lif tiplerinden oluşan MHC IIb + MHC IIx + MHC IIa ve yavaş tip olan MHC I ile hızlı lif tipi olan MHC IIa'yı bir arada bulunduran MHC IIa + MHC I kombinasyonları fiber tipi değişimlerinin açıklanmasında oldukça önemlidir. Bu iki kombinasyonun varlığı farklı fonksiyonel talepler veya patolojiler karşısında MHC IIb isoformundan (Tip IIb – hızlı glikolitik), MHC I isoformuna (Tip I – yavaş oksidatif) veya ters yönde lif tipi değişimlerini açıklamaktadır. Bu geçişlerin varlığı MHC isoform değerlendirmelerinin yanında mATPase analizleri ile de desteklenmiştir. Bu hibrit lifler sağlıklı kaslarda az olarak düşünülmekte veya görmezden gelinse de çalışmalar miktarlarının azımsanmayacak kadar olduğunu bildirilmiştir. Şekil 1'de MHC isoformu geçiş yönleri gösterilmektedir (2,15,16). Hibrit ve saf kabul edilen fiberler elektroforetik değerlendirmede myozin ağır zincir molekülünde taşıdıkları protein yapısına göre farklı görünüş (davranış) sergilemektedirler, bu görünüşten faydalanılarak MHC proteinlerinin hangi isoformda olduğu – fenotip değişikliği – tespit edilmektedir (2,4).

MHC ağır zincirleri gibi myosin hafif zincirlerinin isoformları da bulunmaktadır. MHC molekülleri fiber çeşitliliğinin araştırılmasında temel teşkil etmekle birlikte farklı ağır ve hafif zincir isoform birlikteliklerinin oluşturduğu farklı kombinasyonlara isomyosin adı verilmekte olup, elekroforetik hareketliliği ve lif fonksiyonundaki değişimi etkilemektedir. İsomyosinlerin incelenmesinin de lif değişimlerinin ve çeşitliliğinin gösterilmesinde kullanılabileceği bildirilmiştir (4,16).

Kas fiberlerindeki MHC isoform değişimleri, metabolik değişimler, fonksiyonel çeşitlilikler ve farklılaşmaların boyutu, zamanlaması veya sürecinin tam olarak anlaşılabilmesinde kas gelişiminin anlaşılması oldukça önemlidir. Embriyolojik dönemde kas hücrelerinin gelişimi sırası ile aksonal filizlenme, myogenez, sinaptogenez ve sinaptik eliminasyon basamakları ile gerçekleşir. Kas liflerinin oluşumu myogenezis evresinde gerçekleşmektedir. Bu evrede kümeler halinde bulunun embriyonik kök hücreler bir çok uyarı almaktadır, bu uyarıcı faktörler hücrenin farklılaşmasına ve özelleşmesine neden olan uyarılar da içermektedir. Embriyolojik kök hücrelerin farklılaşarak kas hücresine dönüşümünde görevli

Şekil 1: MHC isoformlarındaki geçiş yönleri (2,4) .



Şekil 2: Temsili olarak immünohistokimyasal elektroforetik değerlendirmede saf ve hibrit fiberlerin stabilitelerindeki değişime bağlı görünüşleri (2,4) .

DNA bağlama özelliğine sahip proteinler bulunmaktadır. Bu proteinler DNA gen ekspresyonlarını kontrol eden transkripsiyon faktörleri olup, "myogenic regulatory factors" olarak isimlendirilir. Bu hücreler mesajcı RNA'lar ile hücrelerin farklılaşması ve kas hücrelerinin oluşunu sağlarken aynı zamanda kas liflerinin genetik kodlarının belirlenmesi gerçekleşmektedir. Kök hücre kümesinden ilk olarak myoblastlar daha sonra bu myoblastların kümeler halinde birleşmesi ile çok çekirdekli myotüpler ve myotüplerin gelişimi ile de kas fiberleri meydana gelmektedir. Bu süreç içerisinde en önemli nokta kök hücrelerin transkripsiyon faktörleri ile kas hücrelerine dönüşmesi ve genetik kodlamalarının transkripsiyon faktörlerinin taşıdığı DNA dizileri tarafından yapılmasıdır (17). Bu durum kasların fonksiyonel değişimler, farklı talepler, çeşitli patolojiler karşısında fiber yapılarının değişebileceği ancak bu değişimin belirli sınırlar içerisinde kalacağı aynı zamanda da değişime neden olan faktörün ortadan kalması ile kas hücrelerinin tekrardan ilk baştaki genetik kodlara güre yeniden oluşacağı (veya düzenleneceği) şeklinde yorumlanmıştır (3). Bu görüşü destekleyen çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Pandorf ve arkadaşları 2009 yılında artmış tiroid hormonu kullanımı ve immobilizasyon modelleri ile sıçan soleus kasının lif tipi değişimlerini, Tip 1 myosin ağır zincir moleküllerinin (MHC I) mRNA'larının ve calcineurin miktarındaki değişimini incelemiş ve bu modellerin lif tipi dönüşümlerine yol açtığını ortay koymuştur. Aynı çalışmada deney grubundaki hayvanlara uygulanan tiroid hormonu ve immobilizasyona 14 gün ara verilmesi ile mRNA gen ekspresyonlarının, kasın lif tipi dağılımını ilk haline getirecek şekilde değiştiği gösterilmiştir (18). Sonuçlar fonksiyonel talepler, farklı yüklenmeler ve patolojiler karşısında kas fiberlerinin kompozisyonunda ve özelliklerinde değişiklikler olduğu, ancak bu uyaran maddenin ortadan kalkması ile kasın tekrar eski haline döneceğini göstermektedir.

Lif tipi değişimlerinde enerji metabolizmasına bağlı değişimler, myosin ağır zincir isoformundaki değişimler ve bunlara bağlı kasın fonksiyonel özelliklerinde değişiklikler meydana gelmektedir. Lif tipi değişimlerinin saptanmasında gelişmiş immünohistokimyasal analizler ile tek bir kas lifinin MHC molekülünün incelenmesi, histokimyasal veya enzim histokimyasal inceleme metodları ile metabolik enzim kullanımı ve üretimindeki farklılıklar da kullanılabilmektedir (4). Yukarıda adı geçen analizlerin yanında günümüzde hem fiber tipi değişimleri hem de fiberlerin hipertrofi veya atrofi modellerinin belirlenmesinde DNA veya mRNA gen ekspresyon analizleri ile özel moleküllerin izlenmesi tercih edilen yöntemlerdendir. Özellikle lif tipi değişimlerinde calcineurin molekülünün takibi; fiberlerdeki hipertrofi ve atrofinin belirlenmesi ve modellenmesinde ise de Akt-mTOR yolağının aktivasyonu , FOXO, calpain, caspase, artrojin gibi moleküllerinin takibi mRNA ve DNA düzeyinde yapılmaktadır (18-24).

5. FARKLI KOŞULLARDA LİF TİPİ ADAPTASYONLARI

Lif tipi değişimlerinin daha iyi anlaşılabilmesi ve ortaya konabilmesi için farklı deneysel koşullarda günlük yaşamda karşılaşılabilecek durumların modellemeleri kullanılmaktadır. Deneysel koşullar günlük yaşama benzer şekilde dizayn edilebildiği gibi çeşitli ekstrem koşullar modellenerek bu koşullarda da incelemeler yapılmıştır. Koşulların, fonksiyonel taleplerin, patolojilerin değişmesi ile farklı fiber adaptasyonları gösterilmiştir. Yazının devamında çalışmalarda incelenen modellemeler yedi başlık altında ve bunlarında alt başlıkları halinde incelenecektir (2-4). Bu başlıklar:

5.1 Büyüme (Gelişim)
5.2 İnervasyon
5.3 Artmış Nöromusküler Aktivite ve Aşırı Yüklenme
- 5.3.1 Elektrik Stimülasyonuna Bağlı Hızlı Lif Tipinden Yavaşa Geçiş
- 5.3.2 Moyotoni
- 5.3.3 Egzersiz
- 5.3.4 Mekanik Aşırı Yüklenme

5.4 Azalmış Nöromusküler Aktivite ve Yüklenmeme
- 5.4.1 Denervasyon - Spinal Kord Yaralanması
- 5.4.2 Elektrik Stimülasyonuna Bağlı Yavaş Lif Tipinden Hızlıya Geçiş
- 5.4.3 Çalıştırmama (Detraining)
- 5.4.4 Kısa Pozisyonda İmmobilizasyon
- 5.4.5 Hindlimb Suspension Modelleri
- 5.4.6 Mikrogravite

5.5 Hormonal Etkiler (Tiroid Hormonu ve Diğer Hormonlar)
5.6 Yaşlanma
5.7 Farklı Deneysel Koşullardan Örnekler

5.1. Büyüme (Gelişim)

Kas dokusunun gelişiminde oluşan primer ve sekonder myotüplerin bulundurduğu myosin ağır zincir moleküllerinin ardışık basamaklar halinde değiştiği gösterilmiştir. Primer myotüplerde bulunan embriyonik myosin ağır zincir molekül-

leri (MHC_{emb}) yerlerini neonatal MHC (MHC_{neo}) ve yavaş MHC moleküllerine bırakırken bu moleküllerden daha sonra MHC I, MHC IIa, MHC IIx, MHC IIb molekülleri oluşmaktadır. Sekonder myotüplerde de benzer şekilde embriyonik MHC molekülü, neonatal MHC molekülü ve bunlardan da MHC I, MHC IIa, MHC IIx, MHC IIb molekülleri oluşmaktadır. Primer ve sekonder myotüplerin gelişiminin incelenmesi MHC_{emb} , MHC_{neo} ve yetişkin MHC tiplerinin ardışık sıra ile oluştuğunu göstermektedir. Bu değişimde kasların genetik kodlarının ve zaman içerisinde değişen fonksiyonel taleplerin büyük önemi bulunmaktadır (25,26). d'Albis ve arkadaşları sıçanlarda MHC_{emb} tipinin farklı kaslardaki değişiminin zamanlamasını incelediği çalışmasında bir çok kasta ilk 21 gün içerisinde MHC_{emb} tipinin diğer tiplere dönüştüğünü göstermiştir (27). Benzer şekilde Leeuw ve arkadaşları da tavşan tibialis anterior kasının MHC moleküllerinin doğumdan sonra zamanla değişimini incelemiş ve MHC_{emb} tipinin zaman içerisinde yetişkin MHC tiplerine dönüşümünü açığa çıkarmıştır (28). Punkt, 45 sıçan ile yaptığı çalışmada hayvanların kaslarındaki metabolizma değişimlerini zamana bağlı olarak incelemiştir. Bu çalışmada incelenen ekstansör digitorum longus, soleus ve gastrocnemius kaslarında doğumdan itibaren 21. güne kadar yavaş oksidatif TİP I liflerin miktarının azaldığı ve daha hızlı lif çeşitlerinin (glikolitik) miktarının arttığı gösterilmiştir. Aynı çalışmanın sonuçları incelendiğinde 21. günden sonra bu kaslarda yavaş oksidatif TİP I liflerin miktarının sabit kaldığı ve hızlı oksidatif – glikolitik lifler ile hızlı glikolik lifler arasında ise yavaş geçişlerin olduğu görülmektedir. 21. günde sıçan yavrularının yuvadan uzaklaştırıldığı (sütten kesilme zamanı) göz önüne alındığında fonksiyonel taleplerin lif tipi ve kas metabolizmasının gelişiminde çok önemli olduğu görülmektedir (3). Lif tipi gelişimi ve zaman içerisinde değişiminin incelenmesi rehabilitasyon stratejileri açısından da faydalı olabilir. Lierse ve arkadaşları anorektal hastalığı bulunmayan 11 fetus, 3 infant, 2 çocuk ve 12 yetişkinin bulunduğu örneklem grubunda eksternal sfinkter ani kasının büyümeye ve yaş artışına bağlı lif tipi değişimini incelemiştir. Bu çalışma fetuslarda Tip II fiber yoğunluğunun fazla olduğunu ortaya koyarken, çocukluk döneminde Tip I kas liflerinin arttığı ve yetişkinlik döneminde ise Tip I kas yoğunluğunun dominant olduğunu göstermiştir. Bu değişimin nedeni çocukluk döneminde kazanılan tuvalet alışkanlığı yani fonksiyonel talepler karşısında lif tipi ve metabolizmasının şekillenmesi olarak yorumlanabilir. Çalışmanın sonuçlarında verilen ilginç sonuç ise yetişkinlik döneminde yaş ilerledikçe Tip 2 lif içeriğinin artmasıdır (29). Yaşlanma ile birlikte sfinkter kasın enduransının azalmasına veya çocukluk döneminde kasın pelvik tabana yeterli desteği verememesine bağlı yaşanacak problemlerin tedavisinde bu değişimin göz önüne alınması faydalı olacaktır. Fiber tipi ve kas metabolizmasının gelişiminde doğumdan sonraki fonksiyonel talepler, fonksiyonel taleplerin zamanlaması ve kasların sağlıklı nöral inervasyonlarının bulunması oldukça önemlidir.

5.2. İnervasyon

Kasın uyarım frekansını ve dolayısı ile metabolizmasını, fonksiyonunu ve fonksiyonel taleplere cevap verebilme yeteneğini belirleyen en önemli faktör inervasyonunu yapan motor nörondur. 1970'li yıllardan itibaren kasın denerve bırakılması sonrasında meydana gelen değişiklikler veya çapraz inervasyonlar (kası inerve eden siniri değiştirmek) motor sinirin kasın fiber tipi ve metabolizması üzerindeki etkisini araştırmak için kullanılan modellerdir. Kasın inervasyonunu sağlayan motor sinir lif tipi ve metabolizması için en önemli faktördür ancak farklı fonksiyonel taleplerin kasın lif tipinde ve metabolizmasında farklılıklara neden olacağı unutulmamalıdır. Çapraz inervasyonlarda lif tipinin değişmesine neden olan faktör uyarı paternindeki değişikliktir, buna değişikliğe bağlı olarak yavaş liflerin hızlı liflere, hızlı liflerinde yavaş liflere dönüşümü meydana gelebilir (2,30). Bir sinir yaralanması sonrasında kasın inervasyonunu sağlayan sinirin değiştirildiği durumlarda da bu değişikliklerin olacağı dikkate alınmalı ve oluşturulacak rehabilitasyon programı kastan beklenen fonksiyon doğrultusunda planlanmalıdır. Denervasyon modelleri hem yetişkin hem de neonatal gruplarda çalışılmıştır. Neonatal gelişim sırasında inervasyonun olmamasının atipik MHC moleküllerinin oluşumuna, toplam lif sayısında ve liflerin kesit alanlarında azalmaya aynı zamanda da kaslarda çok ciddi morfolojik değişikliklere neden olduğu in vivo çalışmalar ile ortaya konmuştur (31). Bu durum obstetrik brakiyal pleksus paralizisi gibi sıklıkla karşılaşılan doğumsal yaralanmaların tedavisinde dikkate alınmalıdır; bu kaslar geçen süre zarfında inervasyonlarını tekrar kazansalar bile sağlıklı bir lif yapısı, metabolizma ve kasılabilme yeteneklerini kazanamayabilirler.

5.3. Artmış Nöromusküler Aktivite ve Aşırı Yüklenme

5.3.1. Elektrik Stimülasyonuna Bağlı Hızlı Lif Tipinden Yavaşa Geçiş

Nöromusküler elektrik stimülasyonu (NMES) lif tipi ve kas metabolizmasındaki değişimlerin izlenmesinde sıklıkla tercih edilen metotlardan

biridir. Stimülasyonun yapıldığı akımın parametrelerindeki değişimlerle farklı etkiler elde etmek mümkündür. Hızlı lif tipi olarak adlandırılan Tip IIx ve Tip IIb liflerden nispeten daha yavaş lif tipi olan Tip IIa ve daha yavaş lif tipi olan Tip I'e dönüşümlerin incelendiği çalışmalarda düşük frekanslı nöromusküler elektrik stimülasyonları tercih edilmektedir. Uygulamalarda en önemli nokta akım parametreleri ve yeterli uygulama süresidir. Termin ve arkadaşlarının 4 sıçanın tibialis anterior kasına 10Hz frekans ile günde 10 saat, 56 gün boyunca yaptıkları kronik elektrik stimülasyonunun sonuçları Tip IIb fiber tiplerinin 18 günde yaklaşık olarak yüzde elli oranında azaldığı ve süreç içerisinde daha yavaş lif tipi olan Tip IIa fiber tiplerinde artış olduğu gösterilmiştir. Çalışmanın başka bir önemli noktası ise 56 günlük süreçte hibrit fiberlerin sayısındaki artıştır (32). Hızlı lif tiplerinden yavaş lif tiplerine geçişin gösterildiği çalışmalarda sıklıkla düşük frekanslı akımlar tercih edilmektedir ancak, Russ ve arkadaşlarının 80 Hz gibi yüksek frekans kullandığı çalışmada da hızlı lif tiplerinden yavaş olanlara geçiş görülmektedir. Bu çalışmada maksimum istemli kontraksiyonunun yüzde 30'u kadar kuvvet çıkaracak bir NMES ve farklı bir stimulasyon protokolü oluşturulmuştur (33). Bu nedenle istenilen etkilerin açığa çıkmasında akım parametreleri önemli olduğu kadar uygulama süresi ve akımın amplitüdü de (oluşturulan kuvvetin büyüklüğü) önemlidir. Herhangi bir patolojinin tedavisi veya sportif aktivitelere destek olarak yapılabilecek olan NMES'in amacına uygun bir şekilde planlanması gerekmektedir. Farklı çalışmalarda NMES'in LİF tipi ve kas metabolizmasını değiştirme etkisinden yararlanılarak tedavi amacıyla kullanımı araştırılmıştır. Pae ve arkadaşları obstrüktif uyku apnesi bulunan tavşanların genioglossus kasına düşük frekanslı NMES uygulamıştır. Dar nasal pasaj, küçük çene yapısı, büyük tonsiller ve azalmış pharengeal hava akımı ile karakterize bu hastalıkta kasın enduransındaki artışın hava yolunu açık tutmada faydalı olacağı görüşünden yola çıkılmıştır. 10 Hz frekans, 200 µsn geçiş süresi ve saniyede 10 atım oluşturan NMES dizaynı 7 gün 24 saat boyunca uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçları uygulama grubunda MHC I gen ekspresyonu, kontrol grubuna göre %13'lük Tip I kas içeriğinin artışı ve Tip II kas içeriğinde azalma olduğunu göstermektedir. Araştırmacılar bu hastalığın tedavisinde düşük frekanslı NMES uygulamasının iyileştirici potansiyelinin olabileceğini belirtmiştir (34).

5.3.2 Myotoni

Çalışmalarda myotoni çok farklı sebepleri olmakla birlikte kaslardaki tonus problemlerin, gevşeme ve kasılma ile ilgili bozuklukları ifade eden geniş bir ifade olarak ele alınmaktadır. Rehabilitasyonda tedavisine sıklıkla zaman ayırılan spastisite önemli bir tonus bozukluğudur. Spastisite ile ilgili çalışma ortaya çıkarmanın önemli zorluklarından birinin tonusta dinamik değişim görülmesi nedeniyle çalışmaları standartize etmenin zor olmasıdır. Ancak spastisite ve myotonilerin artmış nöral uyarıma bağlı olarak gerçekleştiği bu nedenle bu patolojilerdeki lif tipi ve kas metabolizmasındaki değişimin düşük frekanslı kronik NMES uygulamalarına benzer olacağı şeklinde olacağı belirtilmiştir (2). Lieber spastik kasların yapısal ve fonksiyonel özelliklerini incelediği makalesinde bu kasların biyomekanik özelliklerinde önemli değişimlerin olduğu, artmış lif çapı ve liflerin güve yeniği deformitesine sahip olduğu üzerinde durmuş ancak lif tipini inceleyen çalışmaların birbirleriyle çelişkili sonuçlar ortaya koyduğunu belirmiştir. Bir çok çalışma Tip I lif içeriğinin arttığını belirtirken bunun tersinin olduğunu bildirenlerde bulunmaktadır (35).

5.3.3. Egzersiz

Tedavi amacı ile veya sportif performans amacı ile oluşturulan egzersiz protokolleri çeşitlilik içermektedir. Bu çeşitliliğe rağmen kuvvet veya güç antrenmanları sonrasında kaslarda meydana gelen değişiklikler benzerlikler içermektedir. Lamas ve arkadaşları 2 farklı gruptan birincisine 8 hafta boyunca ilerleyici güç antrenmanı diğerine ilerleyici kuvvet antrenmanı uygulayıp kas yapısındaki ve performansındaki değişiklikleri ölçmüştür. Çalışmanın sonuçları iki grubun kuvvet artışının benzer olduğunu ortaya koymaktadır. Liflerin enine kesit alanlarındaki değişim incelendiğinde kuvvet antrenmanı yapan grupta tüm liflerin enine kesit alanı artmıştır ancak, güç antrenmanı yapan grupta Tip I liflerinin enine kesit alanı azalırken, Tip IIa ve Tip IIb liflerinin Enine kesit alanı artmıştır. Çalışmanın ilginç yönü ise lif tiplerindeki değişimdir; iki grupta da hızlı lif tiplerinden yavaş lif tiplerine doğru bir geçiş görülmektedir (24). Bu çalışmaya benzer şekilde farklı araştırmalarda düşük frenanslı NMES uygulamasına benzer şekilde egzersizin nöral uyarıyı artırarak hızlı lif tiplerinden yavaş lif tiplerine geçişe neden olduğu ortaya konmuştur (4). Campos ve arkadaşları 3 farklı dirençli egzersiz protokolünün kasların aerobik kapasiteleri, fiber enine kesit alanları, fiber tipi değişimleri, kuvvet ve endurans üzerine etkilerini 32 sağlıklı sedanter erkek üzerinde araştırmıştır. 4 gruba ayrılan bireylerden, 3 gruba farklı tekrar tekrar sayıları ile 1 maksimum tekrarlı egzersiz yaptırılmış, 4. grup ise kontrol grubu olarak egzersiz yapmamıştır. En fazla kuvvet artışı en az tekrar yapan grupta olurken, en fazla

aerobik kapasite ve endurans artışı en fazla tekrar yapan grupta olmuştur. En az tekrarı tapan grup ile orta derece tekrar yapan grupta tüm liflerde hipertrofi görülürken, en fazla tekrar yapan grup ve kontrol grubunda önemli derecede lif hipertrofisi görülmemiştir. Lif tiplerindeki değişim incelendiğinde ise tüm çalışma gruplarında Tip IIb lif içeriklerinin azalıp Tip IIa liflerinin arttığı bu zaman diliminde Tip IIab olarak adlandırılan hibrit fiberlerin oluştuğu bildirilmiştir. Bu çalışma ve buna benzer çalışmalarında da belirtildiği üzere egzersiz hızlı lif tiplerinden yavaş lif tiplerine geçişe neden olmaktadır (36). Bu çalışmaların sonuçları kısa ve uzun mesafe koşucularının lif tipi içerikleri veya antrenman biçimleri hakkında merak uyandırmaktadır. Kısa mesafe koşucularının kaslarında MHC IIx yoğunluğu, kapladığı alanın ve oluşturduğu kuvvet miktarının fazla olduğu bildirilmiştir (37). Kısa mesafe koşucuları ile uzun mesafe (maraton) koşucularının kas yapılarını inceleyen çalışmalar kasaların myoelektrik aktivitelerinde fark olmadığını ancak iki grubun kaslarında fiber tipi yoğunlukları ve enerji metabolizmalarında farklılıklar olduğunu ortaya koymuştur (38). Bu nedenle sporculara veya hastalara uygulanacak egzersiz reçeteleri oldukça önemlidir. Antrenman programları veya tedavi amaçlı egzersiz programları oluşturulurken egzersizin 1 maksimim tekrarın yüzde kaçında ve kaç tekrarla uygulanacağı, dinlenme aralıklarının ne kadar olacağı, ne kadar süre egzersiz yapılacağı, direncin artırılma şekli egzersizin sonuçlarını direkt olarak etkilediği için bu parametrelere dikkat edilmelidir.

5.3.4. Mekanik Aşırı Yüklenme

Yazının ilerleyen bölümlerinde birçok immoblizasyon ve azalmış nöromusküler aktivite modeli anlatılacaktır; bu modellerin ortak özelliği yavaş lif tiplerinin azalması ve hızlı lif tiplerinin artışıdır (2). Mekanik aşırı yüklenme ise kasın uzun pozisyonda immobilizasyonunu içeren bir metottur. Pattullo ve arkadaşları tavşan tibialis anterior kasını uzun pozisyonunda (gerilim altında) uzun süreli olarak immobilize ederek kastaki yapısal değişiklikleri incelemiştir. İmmobilizasyondan 2 hafta sonra kastaki Tip I lif yoğunluğunun 2 katına çıktığı, 6. Haftanın sonunda ise Tip I liflerin 5 kat daha fazla olduğu gösterilmiştir. Çalışma sonucunda kasların elektromyografik aktivitelerinin ve uyarımla oluşturulan seğirme kuvvetlerinin değişmediğini ancak myosin fenotiplerinde geçişler ve Tip I gen ekspresyonlarının olduğu bildirilmiştir (39). Benzer şekilde Yang ve arkadaşlarının tavşanlarda yaptığı çalışma kasların gerilim altında uzun pozisyonlarında, uzun süreli (6 gün) immobilizasyonun kas hipertrofisinde rol oynayan IGF-I mRNA gen ekspresyonlarına neden olduğu, bununla birlikte lif hipertrofine ve yavaş tipteki myosin fenotiplerinin (Tip I kaslar, MHC I ve benzeri) artışına sebep olduğu gösterilmiştir (40). Bu çalışmaların ışığında herhangi bir cerrahi veya travmaya bağlı olarak gelişebilecek yaralanmalardan sonra yapılacak uzun pozisyondaki immobilizasyonaların kasların lif tipi değişimlerine bağlı olarak performanslarında da değişimlere neden olacağı göz önünde bulundurulmalı ve tedavilerinde uygulanacak NMES veya egzersiz metotları bu değişimler dikkate alınarak hazırlanmalıdır.

5.4. Azalmış Nöromusküler Aktivite ve Yüklenmeme

Azalmış nöromuskuler aktivite ve yüklenmeme başlığı altında immobilizasyon, kullanmama, denervasyon modellerinin yanında elektrik stimülasyonuna bağlı yavaş lif tiplerinden hızlı lif tiplerine geçişe neden olan modeller yer almaktadır. Bu modellerin ortak özelliğinin hızlı fiber tiplerinin yoğunluğundaki artış olduğu bildirilmesine rağmen farklı sonuçlarda bulunmaktadır.

5.4.1. Denervasyon - Spinal Kord Yaralanması

Bu alanda yapılan ilk çalışmalar incelendiğinde genellikle denervasyon veya spinal kord yaralanması oluşturularak kaslardaki değişiklikler incelenmiştir. Bu çalışmalarda denervasyon veya spinal kord yaralanması modellerinde yavaş lif tiplerinden hızlı lif tiplerine geçiş olduğu belirtilmektedir (2,4). Ancak son yıllarda yapılan çalışmalarda iki yaralanma modelinde de kasların inervasyonlarında ve nöromusküler aktivitelerinde azalma olmasına rağmen bu iki modelin farklı modeller olduğu ortaya konmuştur. Bu farklılık sadece yaralanma modelleri arasında değil aynı zamanda aynı model içerisinde etkilenen kasın değişimine bağlı olarak farklı yönlerde lif tipi dönüşümleri olduğu bildirilmiştir. Higashino ve arkadaşlarının sıçanlarda yaptığı çalışmada ayrı ayrı spinal kord yaralanması ve periferik sinir yaralanması (denervasyon modeli) yapılan tibialis anterior ve soleus kaslarındaki değişimler incelemiştir. Çalışmanın sonuçları iki yaralanma modelinde de hem tibialis anterior hem de soleus kasında atrofi olduğunu göstermektedir ancak, periferik sinir yaralanması grubunda kas atrofisi daha fazladır. Çalışmanın ilginç yönü mitokondriyal biyogenez ve yavaş lif tiplerinin artışına neden olan PGC-1α ve yavaş MHC proteinlerinin periferik sinir yaralanması grubunda artmasıdır; bu artışa rağmen atrofi daha çok görülmüştür. PGC-1α ve yavaş MHC proteinleri spinal kord yaralanması grubunda azalmış ve bu azalmaya

rağmen atrofi daha az görülmüş, ancak yavaş lif proteinlerindeki azalma daha belirgindir (41). Bu farklılıkların nedeni nerdeyse her yaralanma modelinin farklı yolaklar ve moleküller üzerinden etki göstermesidir. Yapılan başka bir çalışmada ise denervasyonun hibrit fiber tipleri oluşturmasının üzerinde durulmuştur. Bu çalışmada denervasyon yapılan ekstansör digitorum longus (EDL) ve soleus kaslarının fenotip değişimleri, metabolizma değişimleri ve kütle değişimleri incelenmiştir. İki kasta da 50 günlük denervasyon ile hibrit liflerin oranında çok yüksek oranda artış olduğu gösterilmiştir. Lif kompozisyonunda yoğun Tip IIb lif bulunduran EDL kasında hibrit Tip IIbd ve Tip IId lifler artmıştır. Bu değişim EDL kasında hızlı liflerden yavaş liflere geçiş olduğunu göstermektedir ancak, Tip I fiber yoğunluğu fazla olan soleus kasında Tip IIa fiberlerin ve farklı hızlı hibrit fiberlerin artışı görülmüştür. Bu değişim soleus kasında yavaş liflerden hızlı liflere geçiş olduğunu göstermektedir. Çalışma her iki kasta da ciddi atrofi olduğunu bildirmiştir (42). Kullanılan hayvan modellerinde farklı sonuçlarda bulunmaktadır; araştırmacıların sıçan ve tavşanlarda yaptığı çalışma denervasyon ile hızlı EDL kasında yavaş, yavaş soleus kasın ise hızlı fiberlerin olduğu gösterilirken (43) ; kobaylarda ve kedilerde yaptığı çalışma iki kasta da denervasyonla yavaş lif tiplerinin artığını göstermiştir (2). Gutmann denervasyonun etkilerinin türe, yaşa, ortam şartlarına göre değişeceğini ancak hem yavaş hem de hızlı liflerin kontraktil özelliklerinin etkileneceğini belirtmiştir (43). Jakubiec-Puka ve arkadaşları denervasyonla birlikte hızlı ve yavaş kasların farklı fenotip geçişleri olduğunu gösterdiği çalışmalarında reinervasyondan 10 gün sonra MHC isoformlarının eski haline dönmeye başladığını bildirmiştir (44). Denervasyon veya spinal kord kesisi oluşturulan modellere uygulanan nöromusküler elektrik stimülasyonları veya koşu bandı ile yaptırılan egzersizlerin kaslarda meydana gelen değişiklikleri önleyebileceğini veya yavaşlatabileceğini gösteren çalışmalarda bulunmaktadır (45,46). Petrie ve arkadaşları spinal kord kesisi bulunan insanlarda yapılan tek bir doz elektik stimülasyonun birçok farklı gen sinyaline ve kaslardaki enerji metabolizması değişikliklerine neden olduğunu ortaya koymuştur. Uzun süreli yapılacak elektrik stimulasyonlarının ise farklı sinyal yolaklarını kullanarak etkili olduğunu bildirmiştir. Bu çalışmada spinal kord yaralanması sonrasında kasa yapılacak tek bir doz elektrik stimülasyonu oksidatif kapasitenin atışına neden olduğu ve gen ekspresyonlarını düzenlediği belirtilmektedir (47). Yapılan birçok çalışma denervasyon veya spinal kord yaralanmasında yavaş liflerden hızlı liflere geçiş olduğunu söylese de farklılıkları ortaya koyan çalışma sayısı az değildir. Bu yaralanma modellerinin tedavilerinde kaslarda atrofi meydana geldiği, hibrit kas fiberlerinin ve metabolizma değişiklerinin oluştuğu unutulmamalı, yapılacak olan tedavi programlarında bu değişimler göz önünde bulundurulmalıdır.

5.4.2. Elektrik Stimülasyonuna Bağlı Yavaş Lif Tipinden Hızlıya Geçiş

Uygun sürede uygulanan düşük frekanslı nöromusküler elektrik stimülasyonu kas enduransını, oksidatif fosforilasyonu ve Tip I lifleri artırmaktadır ancak, elektrik akımının frekansı attıkça farklı etkiler oluşturduğunu belirten araştırmalar bulunmaktadır. Ausoni ve arkadaşları sıçanlarda denerve kaslara uygulanacak yüksek (150 Hz) ve düşük (20 Hz) frekanslı elektrik stimülasyonunun etkilenin araştırmıştır. Yapılan çalışmada 150 Hz frekanslı NMES düşük ve yüksek dozda olmak üzere iki şekilde uygulanmıştır. Yüksek ve düşük dozda uygulanan 150 Hz NMES'in soleus ve EDL kasında yavaş liflerden hızlı liflere geçişi artırdığı tespit edilmiştir. EDL kasına yapılan uygulamalarda düşük dozda yapılan 150 Hz NMES'in MHC IIb molekülünü daha fazla artırırken yüksek doz MHC IIa ve IIx molekülünü daha fazla artırmıştır. Solus kasında düşük ve yüksek dozda yapılan 150 Hz NMES farklı miktarlarda da olsa MHC IIa ve IIx'i artırmıştır (48). Başka bir çalışmada ise sıçan gastrocnemius kasına uygulanan yüksek frekanslı (100 Hz) ve düşük frekanslı (10 Hz) NMES'in etkileri karşılaştırılmıştır. İki uygulamam yöntemi faklı yolakların ve moleküllerin vasıtasıyla benzer anabolik etkiler oluşturmaktadır. Bir gün aralarla toplam 6 set uygulanan NMES sonrasında kasın ıslak ağırlığı ve myofibriler protein yoğunluğunun arttığı tespit edilmiştir. Düşük frekanslı uygulama sonrasında MHC isoformlarında farklılık gözlenmezken, yüksek frekanslı NMES uygulamasında MHC I ve MHC IIb isoformları azalırken MHC IIa isoformu artmıştır (49). Yüksek frekanslı NMES uygulamalarının hızlı lifleri artırdığı söylenmektedir ancak (2) , NMES ile ilgili derleme çalışmalarında da belirtildiği gibi kesin yargılara varabilmek için daha fazla randomize kontrollü çalışmaya ihtiyaç duyulmaktadır (50).

5.4.3. Çalıştırmama – Kullanmama

Kullanmamaya veya çalıştırmamaya bağlı olarak gelişen kas metabolizması, kütlesi ve yapısındaki değişiklikleri açıklamak için birçok deneysel model geliştirilmiştir. Deneysel modellerin dışında günlük yaşamda veya patolojik olaylar sonrasında kullanmamaya bağlı gelişen değişiklikleri inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır. Alt ekstre-

mitesine uygulanan alçı atel ile 5 gün ve 14 gün immobilize edilen 24 sağlıklı bireyin quadriceps femoris kasındaki atrofi ve lif tipi dönüşümleri incelenmiştir. 5 gün immobilize edilen grupta Tip I ve Tip II fiberlerin enine kesit alanlarında anlamlı değişim olmazken kasın toplam enine kesit alanı azalmıştır, 14 gün immobilizayon uygulanan grupta tüm lif tiplerinin ve kasın toplam enine kesit alanında azalma gözlenmiştir. 14 günlük zaman diliminde quadriceps femoris kasının enine kesit alanında yaklaşık % 8,5'luk azalma gösterilmiştir, bu oran farklı çalışmalarda gün başına %0,5-0,6 olarak bildirilmektedir. Enine kesit alanındaki azalmanın protein sentezindeki azalmaya bağlı olarak gerçekleştiği, kasta atrofiye neden olan myostatin maddesinin artışı ve farklı proteinlerin değerlendirilmesiyle ortaya konmuştur. Enine kesit alanına paralel olarak iki grupta da önemli miktarda kuvvet kaybı olduğu bildirilmiştir. Aynı süreçte zamana bağlı olarak Tip I liflerin azalmasıyla birlikte Tip II liflerin artışı ortaya konmuştur. Çalışma aynı zamanda kasın oksidatif kapasitesinin 5 günlük immobilizasyon sonrasında azaldığını bildirmiştir (23). Başka bir çalışmada beyin ölümü gerçekleştikten sonra akciğerleri 18–69 saat mekanik ventilasyon ile çalıştırılan 14 bireyin diyafram kası ile kontrol grubu olarak 2–3 saat mekanik ventilasyonda kalan intraoperatif hastaların diyafram kasından alınan biyopsi örnekleri karşılaştırılmıştır. 18–69 saat mekanik ventilasyonda kalan hastaların diyaframlarında kontrol grubuna göre önemli miktarda enine kesit alanı kaybı tespit edilmiştir. Çalışma ayrıca bu atrofinin mekanizmasını ve hangi atrofi modeli ile oluştuğunu ortaya koymaktadır. Kısa süre içerisinde değişin moleküler düzeyler atrofiye sebep olurken, çok küçük düzeyde de olsa fiber tipi değişimleri meydana gelmiştir (51). 6 hafta yatak istirahati verilen kişilerde quadriceps femoris kasının enine kesit alanında, maksimum kuvvet üretebilme kapasitesinde, maksimum kontraksiyondaki EMG aktivitesinde azalma gözlenmiştir. Bu değişiklerin yanında istatistiksel olarak gösterilemeyen yavaş liflerde azalma ve hızlı kas liflerinde artış olduğu bildirilmiştir (52). Başka bir çalışmada farklı sürelerde uygulanan yatak istirahatinin soleus ve vastus lateralis kaslarında meydana getirdiği değişiklikler incelenmiştir. Bu çalışmada 55 gün horizontal yatak istirahati uygulanan kişilere verilen vibrasyonla destekli egzersiz programının kaslardaki kuvvet, lif tipi, liflerin enine kesit alanı değişikliklerine olumlu etkilerinin olacağı ortaya konmuştur (53). Uzun süreli immobilizasyonlar, kullanmama, çalıştırmama veya yanlış kullanmaya bağlı olarak gelişecek patolojilerin tedavisinde kaslarda oluşan yapısal, mekanik ve kuvvet değişiklikleri göz önüne alınmalıdır.

5.4.4. Kısa Pozisyonda İmmobilizasyon

1960 yıllarda nöromusküler aktivitenin azalmasına bağlı olarak kasların kontraksiyon hızındaki artışı bildiren ilk çalışmalarda tenotomi yapılan kaslar gözlenmiştir (2,54). Tenotomi yapılan yavaş soleus kasının kontraktil özelliklerinin korunabilmesinin kronik düşük frekanslı NMES uygulanması ile mümkün olacağı belirtilmiştir (2). Tenotomi, kasın tendonunun kaldırılarak istenilen fonksiyon elde edilebilecek şekilde yeniden kemiğe sabitlenmesi işlemidir; bu işlemin sonunda kasın istenilen fonksiyonu açığa çıkarabilmesi ve bölgeye uyum sağlaması için uzun süre kısa pozisyonda immobilizasyon uygulanması gerekmektedir. Bu kısa pozisyonuna kasın boyunun uyum sağlaması için seri sarkomer sayısı azalmaktadır. Bunun yanında 12 gün içerisinde MHC isoform değişikliklerinin de meydana geldiği bildirilmiştir (55,56). Tenotomi sonrası yapılan immobilizasyon ile birlikte 6 saat içerisinde protein sentezinde azalma ve kısa pozisyonda yapılan immobilizasyonda artmış MHC IIb gen ekspresyonu bildirilmiştir (2,57,58). Kısa pozisyonda yapılan immobilizasyonlar (daha çok tenotomi cerrahileri sonrasında yapılmaktadır) sonrasında kaslarda sarkomer sayısında ve protein sentezinde azalma meydana gelmekte bu değişiklerle birlikte yavaş kas liflerinden hızlı kas liflerine geçiş ortaya çıkmaktadır. Bu durumun önüne geçebilmek için düşük frekanslı kronik elektrik stimülasyonları önerilmiş. Bu cerrahiler sonrasında enduransı düşük olan ve yeterli verim alınamayan kasların rehabilitasyon programlarında bu değişikliklerin meydana gelebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

5.4.5. Hindlimb Suspension Modelleri

Nöromuskuler aktivitenin azalması, kullanmama, immobilizasyona örnek olabilecek modellerden biri de hindlimb suspension modeli olarak geçen ve genellikle kemirgenlerde uygulanmış olan arka ayakları kalçadan itibaren kullanılmayacak şekilde askıya alma yöntemidir. Bu modelde hayvan kuyruğundan asılabileceği gibi özel bir askı vasıtasıyla arka iki kalçasından askıya alınarak bu iki bacağın kullanımı engellenmektedir. Bu uygulamalar sonrasında kasların oksidatif kapasitesinde azalma, mATPase enzim aktivitesinde hızlanma, Tip I liflerde azalmayla birlikte Tip IIa liflerde artış, uygulamanın devam etmesi durumunda da Tip IIb ve Tip IIx liflerinde artış olduğu gösterilmiştir (2,59,60). 2006 yılında yayınlanan bir çalışmada sıçanlarda 10 gün uygulanan hindlimb suspension model, buna ek olarak

yapılan denervasyon ve tenotominin yavaş soleus ve hızlı plantaris kaslarına etkileri araştırılmıştır. Çalışmanın sonuçları hem selous hem de plantaris kasında hemen hemen tüm fiber tiplerinde atrofi, lif uzunluğunun milimetresi başına düşen çekirdek miktarında azalma gösterilmiştir. Yavaş kas liflerine sahip olan soleus kasında uygulama sonrasında hızlı kas liflerinde artış gözlenirken az miktarda da olsa hızlı kas fiberlerine sahip plantaris kasında yavaş isoformlarda artış gözlemlenmiştir. Denervasyon ve tenotomi meydana gelen değişiklikleri özellikle plantaris kasında destekler niteliktedir (11). Daha eski çalışmalarda bu yöntemle oluşturulan immobilizasyon sonrası meydana gelen atrofinin yavaş kas lifinin yoğun olarak bulunduğu kaslarda daha belirgin olduğu; bununla birlikte MHC fenotipi ve kontraktil özelliklerdeki değişimin de yavaş kaslarda daha belirgin olduğu bildirilmiştir (59,61). Bu uygulama uzun süreli yatak istirahati gerektiren hastalıklar, ağırlık aktarmaksızın yürümenin önerildiği ortopedik cerrahiler gibi farklı problemlerin tedavisinde yol göstermektedir.

5.4.6. Mikrogravite

Özellikle uzun uzay yolculuklarına çıkan astronotların veya canlıların kas yapılarındaki ve metabolizmalarındaki değişiklikleri değerlendirmek için kullanılmış olan bir modeldir. Bu modelde uzaya gönderilen ve uzun süre sonra dünyaya dönüş yapan veya özel düzeneklerle gravite etkisinin ortadan kaldırıldığı ortamlarda yaşayan hayvanların kasları incelenmiştir. Yerçekimi etkisinin azalmasına bağlı olarak nöromusküler aktivitedeki azalmaya bağlı değişiklikler meydana gelmektedir. Farelerin boyun kaslarındaki metabolizma ve yapısal değişiklikleri inceleyen bir çalışma 3 ay uzay uçuşu ve hindlimb suspension modeli ile ortaya çıkan değişikliklerin benzer olduğunu ortaya koymaktadır. Kasların oksidatif enerji metabolizması azalırken glikolitik enerji metabolizmasının arttığı, mitokondrial proteinlerin azaldığı, yavaş Tip I liflerin azaldığı ve hızlı Tip II liflerde artış meydana geldiği belirtilmiştir (62). Bu modellerin uzun yatak istirahatleri, yoğun bakımda uzun süre immobiliasyon gibi durumlarla benzerliği dikkate alınmalı ve rehabilitasyon programları bu değişiklerin önlenmesi veya eski haline dönüştürülmesini amaçlamak üzere planlanmalıdır.

5.5. Hormonal Etkiler

Birçok hormonun kas metabolizması ve lif tipi üzerine etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmalarda glukokortikoid hormon, büyüme hormonu, testosteron, androjen gibi farklı anabolik ve katabolik etkilisi olan hormonların dışında sempatektomi gibi farklı cerrahi uygulamaların da etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmaların içerisinde tiroid bezinde oluşabilecek hipertiroidi veya hipotiroidinin kas metabolizması ve yapısında meydana getirdiği değişiklikler önemli bir yer kaplamaktadır. Hipertiroidi yavaş kas fiberlerin azalması ve hızlı kas fiberlerinin artışı ile karakterize iken hipotirodinin tam tersi bir etki oluşturduğu gösterilmiştir (2,63,64). Tiroid hormonundaki bu değişiklikler aynı zamanda kas enerji metabolizmasını, mitokondiral enzim aktivitesi, mATPase aktivitesi, MHC isoformlarını da değiştirmektedir (63,64). Sıçanlarda yapılan bir çalışmada yavaş lif tipi özelliği gösteren (Tip I fiber içeriği fazla) soleus kası hızlı lif tipi özelliği gösteren (Tip II fiber içeriği fazla) ekstansör digitorum longus (EDL) kasının içerisine yerleştirilerek EDL'nin siniri tarafından inerve edilmiştir. Bu uygulamadan 6-7 sonra yeniden inervasyonla birlikte kası uyaran sinirdeki değişime bağlı olarak değişime soleus kasında yavaş Tip I liflerden hızlı Tip II liflere geçiş beklenmektedir. Ancak soleus kası EDL kasının içerisine yerleştirildikten sonra hipotiroidi oluşturulması hızlı liflere geçişi yavaşlatırken, hipertiroidi oluşturulması hızlı liflere geçişi hızlandırmıştır (65). Tiroid bezinde ve hormonunda meydana gelebilecek herhangi bir patolojinin kasta yapısal değişikliklere yol açacağı rehabilitasyon programları veya performansa yönelik programlar hazırlanırken göz önünde bulundurulmalıdır.

Kas metabolizması ve performansı üzerinde etkili olan bir başka problemde diabet hastalığıdır. Hipergliseminin izometrik kas perfomasını azalttığı gösterilmiştir (66). Bunun yanında insülin yetersizliğinin MHC isomyosin fenotipinde değişikliklere yol açığı ve diabetik farelerde Tip IIb fiberinde azalma meydana getirirken Tip IIa fiberlerinde artış meydan geldiği bildirilmiştir (67,68).

Cinsiyet hormonlarından özellikle testosterondaki değişimlerin kas metabolizması ve fiber tipi üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Sedanter yetişkin erkeklerin direnç egzersizleri yapması sonrasında testosteron düzeylerinin arttığını bununla birlikte eş zamanlı olarak MHC IIb fenotiplerinden MHC IIa fenotipine dönüşüm olduğunu bildirmiştir (2). Yaşlanmaya bağlı kas kütlesi ve kuvvetindeki kayıp fonsiyonel limitasyonlara neden olmaktadır; özellikle hipogonadal erkeklerde testosteron yetersizliğine bağlı olarak kas kuvvet kaybı çok önemlidir (69-71). Bu durumlarda testosteron replasman tedavilerinin kas kütlesi kaybını engellediği, kas kuvvetini ve protein sentezini artırdığı ortaya konmuştur. Aylık ve haftalık yapılmasına bağlı olarak Tip I ve Tip II fiberlerde

farklı etkiler gösterdiği ama ikisinin lif kalınlığını ve kuvvet üretebilme kapasitesini artırdığı bildirilmiştir (72).

Fiziksel performansa yönelik veya herhangi bir patolojinin tedavisine yönelik olarak oluşturulacak egzersiz programlarında özellikler kronik sistemik hastalıklar, hormonal dengesizlikler ve hormonal tedavilerin kas metabolizması ve lif tipleri üzerinde etkili olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

5.6. Yaşlanma

Vücutta yaş artışına bağlı olarak meydana gelen kırılganlık, kas kuvvetsizliği, kas kaybındaki artış ve kas enduransındaki azalmaya bağlı olarak ortaya çıkan fiziksel aktivite azalması hipertansiyon, Tip 2 diabet, dislipidemi gibi farklı sistemik metabolik problemlere neden olmaktadır. Bu sistemik değişiklikler de kardiovasküler ölüm riskini artırmaktadır (73). Yaşlanmayla birlikte yağsız vücut kütlesindeki azalmayı ifade eden sarkopeni, kas lifi kaybında artış, protein sentezi ve MHC üretimindeki azalmayla birlikte lif tipindeki değişimler fonksiyon kayıplarını desteklemektedir. Gençlik döneminden orta yaş ve yaşlılık dönemine doğru gidildikçe MHC IIx ve MHC IIa yoğunlukları gittikçe azalırken, MHC I liflerinin yoğunlukları orta yaşa kadar yoğunluklarını korumakta ve yaşlılıkta bu yoğunluk bir miktar artmaktadır. Özet olarak yaşlanmayla birlikte liflerde atrofi meydana gelmekte, protein sentezi azalmakta, yüksek kuvvet üretebilme yeteneğine sahip MHC IIa ve MHC IIb fiberleri azalırken, MHC I yoğunluğu artmaktadır (73,74). Yaşlanmayla birlikte meydana gelen fiziksel aktivite yetersizliğinin önüne geçilmesi için kas dokusunda ve performansında meydana gelen hem kaybın hem de değişimlerin önüne geçilmesi oldukça önemlidir. Bu değişimlerin önüne geçilebilmesi amacıyla planlanan egzersiz uygulamalarından farklı sonuçlar elde edilmiştir. Aerobik egzersizlerin kullanıldığı çalışmalarda liflerin enine kesit alanında, maksimum kuvvette, aerobik kapasitede, mitokondrial oksidatif kapasitede ve protein sentezinde artış olduğu bildirilmiştir ancak, lif yoğunluklarındaki değişimler Tip IIa–Tip IIx liflerin protein ve mRNA düzeylerinin azaldığını ve Tip I liflerde ise artış olduğunu göstermektedir (75,76). Bu değişim yaşlanmayla aynı yöndedir. Aerobik egzersizlerin birçok faydası bulunmaktadır ancak, lif tipi değişimlerini engelleyecek, kas kuvvetinde daha fazla artışa yol açabilecek farklı uygulama ve egzersiz metotları da uygulanmalıdır. Kern ve arkadaşları yaşlanmayla birlikte kas metabolizması ve yapısında meydana gelen değişikliklerin önüne geçilmesinde NMES'in etkili olabileceğini ortaya koymuştur. 73,1 yaş ortalamasına sahip 16 sağlıklı geriatrik bireyde 9 hafta boyunca, haftada 3 seans, 60 Hz'lik orta yükseklikte frekansa sahip NMES ile quadriceps femoris vastus medialis kasına yapılan uygulama sonrasında, hızlı fiberlerin enine kesit alanlarında ve yoğunluklarında artış olduğu gösterilmiştir. Bunu yanında uygulama yapılan kişilerde 10 metre yürüme testi zamanlarında ve kas kuvvetlerinde artış meydana gelmiştir (77). Yaşlanmayla meydana gelen fiziksel aktivite yetersizliğinin önemli nedenlerinden olan kas atrofisi ve lif tipi değişikliklerinin önüne geçmek oldukça önemlidir, bu nedenle farklı egzersiz metotlar ve uygulamaları içeren daha fazla araştırmaya ihtiyaç vardır.

5.7. Farklı Patolojik veya Deneysel Koşullardan Örnekler

Farklı koşullar, fonksiyonel talepler veya patolojiler karşısında kasların dinamik değişken özelliği göz önüne alındığında, her durumun kendine özel şartları nedeniyle kaslarda farklı değişiklikler meydana gelmektedir. Örneğin nörolojik hastalıklarda sıklıkla kullanılan botoks uygulamalarının hem dokunun konnektif doku içeriği ve pasif mekanik özelliklerini değiştirdiği hem de kasların fiber tipinde değişiklikler yaptığı ortaya konmuştur (78,79). Botulinum toksin uygulaması sonrasında fiber tipi değişiklikleri sadece uygulama yapılan kasta değil kasın sinerjistik ve antagonist kaslarında da meydana gelmektedir. Tavşan masseter kasına yapılan botoks uygulamasında 3 ay sonra uygulama yapılan kasta Tip IIx liflerinin arttığı ancak hızlı kas liflerinde neredeyse % 50 oranında atrofi olduğu görülmüştür. Sinejistik ve antagonist kasların Tip IIa lif genişliklerinde artış tespit edilmiş; bunun yanında Tip IIx lif sayısında meydana gelecek artışın eşlik edebileceği bildirilmiştir (79).

Farklı nörolojik hastalık gruplarında da patolojiye özel lif tipi ve metabolizma değişimleri meydana gelmektedir. Bu değişimler göz önüne alınarak düzenlenecek egzersiz programları veya NMES uygulamaları daha faydalı olacaktır. Multiple sklerozis (MS) hastalığında kas kuvveti, kas kompozisyonu ve enzim aktivitelerindeki değişikliler sağlıklı bireylerle karşılaştırılarak ortaya konmuştur. Tibialis anterior kasında yapılan incelemede Tip I lif yoğunluğunda ve tüm liflerin enine kesit alanlarında azalma meydana geldiği bildirilmiştir. Tip IIa ve Tip IIax lif yoğunluklarında ise bir miktar artış ortaya konmuştur. Bunun yanında aerobik–oksidatif enerji metabolizmasında görevli enzim yoğunluğunda azalma mevcut iken anaerobik–glikolitik enerji metabolizmasında yer alan enzim yoğunluğunda artış olduğu bil-

dirilmiştir. Semptomatik yorgunluk, kas kuvvetindeki ve fiziksel aktivitedeki azalmanın derecesi ile enzim metabolizmasında, lif yoğunluklarında ve enine kesit alanında meydana gelen değişikliklerin ilişkili olduğu gösterilmiştir (80). MS hastalarında 12 hafta uygulanan ilerleyici dirençli egzersiz programının hem kasın toplam enine kesit alanını hem de Tip II liflerin enine kesit alanını artırdığı gösterilmiştir. Bununla birlikte egzersiz sonrasında izokinetik kuvvet artmıştır. Egzersiz öncesine göre Tip IIx ve Tip IIa lif oranlarında artış, Tip I fiber oranında azalma meydana gelmesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır (81). Başka bir çalışmada MS hastalarında oksidatif kapasitenin ve kas kuvvetinin azaldığı aynı zamanda da fonksiyonel yetersizlik veya özür ile myofibriler ve mitokondriyal biyogenezdeki azalmanın ilişkili olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada sağlıklı ve MS hastası olan iki gruba bir set endurans egzersizi yaptırılarak mitokondriyal ve miyofibriler biyogenezden sorumlu yolakların aktivasyonu ölçülmüştür. Hem sağlıklı grupta hem de MS hastası olan grupta bir set egzersiz sonrası bu iki yolağın aktivitelerinde değişiklikler olduğu saptanmıştır. Sadece bir set egzersiz sonrası bu değişikliklerin olduğuna dikkat çekilerek bu alanda farklı egzersiz programlarının ve terapi yöntemlerinin geliştirilmesi gerektiğinin altı çizilmiştir (82).

Parkinson hastalığında disfajinin sıkça görüldüğü ve aspirasyon pnömonisine neden olarak çok ciddi bir ölüm riski oluşturduğunu bildiren bir çalışmada pharengeal konstriktör ve krikopharengeal sfinkter kaslar histokimyasal olarak postmortem dönemde değerlendirilmiştir. Parkinson hastası olup disfajisi bulunan hastaların, sağlıklı bireyler ve disfajisi olmayan Parkinson hastası bireyler ile karşılaştırıldığında disfajili olan Parkinson hastalarının bu kaslarda Tip I lif içeriğinin çok ciddi şekilde arttığı ve lif atrofisi görüldüğü bildirilmiştir. Kasların bu değişim nedeniyle yavaşlamış ve güçsüzleşmiş olabileceği üzerinde durulmuştur. Bu değişikliklerin disfajiye neden olabileceği belirtilmiştir (83).

Deneysel koşullar altında hipoksi, farklı ilaçların kullanımı veya çok çeşitli durumlarda kas metabolizması, lif tipi ve yoğunluğu üzerine çalışmalar bulunmaktadır. Performans artışına yol açmak için kullanılan bir çok doping maddesi çalışılan konulardan biridir. Ülkemizde de doping maddesi olarak kullanıldığı bilinen anabolik steroid tipi ilaçların denervasyon atrofisinin önüne geçtiği ve Tip II lifleri artırdığı bildirilmiştir (84).

İskelet kaslarının değişen fonksiyonel talepler, patolojiler ve çok farklı koşullar altında enerji metabolizmasındaki, pasif mekanik özelliklerdeki, liflerin büyüklükleri ve lif tiplerindeki değişimlerle esnek bir plastisite özelliğine sahip olduğu ortaya konmuştur. Fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında da bu değişikliklere dikkat edilerek amaca yönelik oluşturulacak egzersiz programlarının ve tedavi uygulamalarının geliştirilmesi gerekmektedir.

6. TEŞEKKÜR

Bu seminerin hazırlanmasında ve yazım aşamasında, bilgi ve yönlendirmeleri ile bana danışmanlık yapan seminer danışmanım sayın Doç. Dr. Tüzün Fırat'a teşekkür ederim.

7. KAYNAKLAR

1. Schiaffino, S.,Reggiani, C. (2011) Fiber types in mammalian skeletal muscles. *Physiological reviews*, 91 (4), 1447-1531.
2. Dirk Pette, R.S. (1997) Mammalian Skeletal Muscle Fiber Type Transitions. İnternational Review of Cytology, 170.
3. Punkt, K. (2002). Fibre Types in Skeletal Muscle (c. 162): Springer.
4. Pette, D. (2002) The adaptive potential of skeletal muscle fibers. *Canadian journal of applied physiology = Revue canadienne de physiologie appliquee*, 27 (4), 423-448.
5. Larsson, L. (1992) Is the motor unit uniform? *Acta physiologica Scandinavica*, 144 (2), 143-154.
6. Larsson, L., Edstrom, L., Lindegren, B., Gorza, L.,Schiaffino, S. (1991) MHC composition and enzyme-histochemical and physiological properties of a novel fast-twitch motor unit type. *The American journal of physiology*, 261 (1 Pt 1), C93-101.
7. Frontera, W.R.,Ochala, J. (2015) Skeletal muscle: a brief review of structure and function. *Calcified tissue international*, 96 (3), 183-195.
8. Delp, M.D.,Duan, C. (1996) Composition and size of type I, IIA, IID/X, and IIB fibers and citrate synthase activity of rat muscle. *Journal of applied physiology*, 80 (1), 261-270.
9. Schiaffino, S.,Reggiani, C. (1994) Myosin isoforms in mammalian skeletal muscle. *Journal of applied physiology*, 77 (2), 493-501.
10. Hamalainen, N.,Pette, D. (1995) Patterns of myosin isoforms in mammalian skeletal muscle fibres. *Microscopy research and technique*, 30 (5), 381-389.
11. Ohira, Y., Yoshinaga, T., Ohara, M., Kawano, F., Wang, X.D., Higo, Y. ve diğerleri. (2006) The role of neural and mechanical influences in maintaining normal fast and slow muscle properties. *Cells, tissues, organs*, 182 (3-4), 129-142.
12. Armstrong, R.B.,Phelps, R.O. (1984) Muscle fiber type composition of the rat hindlimb. *The American journal of anatomy*, 171 (3), 259-272.
13. Weiss, A.,Leinwand, L.A. (1996) The mammalian myosin heavy chain gene family. *Annual review of cell and developmental biology*, 12, 417-439.
14. Lowey, S., Waller, G.S.,Trybus, K.M. (1993) Function of skeletal muscle myosin heavy and light chain isoforms by an in vitro motility assay. *The Journal of biological chemistry*, 268 (27), 20414-20418.
15. Staron, R.S.,Pette, D. (1993) The continuum of pure and hybrid myosin heavy chain-based fibre types in rat skeletal muscle. *Histochemistry*, 100 (2), 149-153.

16.Staron, R.S.,Pette, D. (1987) The multiplicity of combinations of myosin light chains and heavy chains in histochemically typed single fibres. Rabbit tibialis anterior muscle. *The Biochemical journal*, 243 (3), 695-699.
17.Lieber, R.L. (2009). Skeletal Muscle Structure, Function and Plasticity (Third bs.): Wolter Kluwer-Lippincott Williams&Wilkins.
18.Pandorf, C.E., Jiang, W.H., Qin, A.X., Bodell, P.W., Baldwin, K.M.,Haddad, F. (2009) Calcineurin plays a modulatory role in loading-induced regulation of type I myosin heavy chain gene expression in slow skeletal muscle. *American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology*, 297 (4), R1037-1048.
19.Bodine, S.C. (2006) mTOR signaling and the molecular adaptation to resistance exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 38 (11), 1950-1957.
20.Liu, X., Joshi, S.K., Samagh, S.P., Dang, Y.X., Laron, D., Lovett, D.H. ve diğerleri. (2012) Evaluation of Akt/mTOR activity in muscle atrophy after rotator cuff tears in a rat model. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*, 30 (9), 1440-1446.
21.Talbert, E.E., Smuder, A.J., Min, K., Kwon, O.S.,Powers, S.K. (2013) Calpain and caspase-3 play required roles in immobilization-induced limb muscle atrophy. *Journal of applied physiology*, 114 (10), 1482-1489.
22.Stefano Schiaffinno, K.A.D., Stefano Ciciliot, Bert Blaauw, Marco Sandri. (2013) Mechanisms Regulation Skeletal Muscle Growth and Atrophy. *FEBS Journal*.
23.Wall, B.T., Dirks, M.L., Snijders, T., Senden, J.M., Dolmans, J.,van Loon, L.J. (2014) Substantial skeletal muscle loss occurs during only 5 days of disuse. *Acta physiologica*, 210 (3), 600-611.
24.Lamas, L., Aoki, M.S., Ugrinowitsch, C., Campos, G.E., Regazzini, M., Moriscot, A.S. ve diğerleri. (2010) Expression of genes related to muscle plasticity after strength and power training regimens. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 20 (2), 216-225.
25.Gunning, P.,Hardeman, E. (1991) Multiple mechanisms regulate muscle fiber diversity. *FASEB journal : official publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology*, 5 (15), 3064-3070.
26.Russell, S.D., Cambon, N.A.,Whalen, R.G. (1993) Two types of neonatal-to-adult fast myosin heavy chain transitions in rat hindlimb muscle fibers. *Developmental biology*, 157 (2), 359-370.
27.d'Albis, A., Couteaux, R., Janmot, C.,Roulet, A. (1989) Specific programs of myosin expression in the postnatal development of rat muscles. *European journal of biochemistry / FEBS*, 183 (3), 583-590.
28.Leeuw, T., Kapp, M.,Pette, D. (1994) Role of innervation for development and maintenance of troponin subunit isoform patterns in fast- and slow-twitch muscles of the rabbit. *Differentiation; research in biological diversity*, 55 (3), 193-201.
29.Lierse, W., Holschneider, A.M.,Steinfeld, J. (1993) The relative proportions of type I and type II muscle fibers in the external sphincter ani muscle at different ages and stages of development--observations on the development of continence. *European journal of pediatric surgery : official journal of Austrian Association of Pediatric Surgery ... [et al] = Zeitschrift fur Kinderchirurgie*, 3 (1), 28-32.
30.Pette, D.,Vrbova, G. (1985) Neural control of phenotypic expression in mammalian muscle fibers. *Muscle & nerve*, 8 (8), 676-689.
31.Redenbach, D.M., Ovalle, W.K.,Bressler, B.H. (1988) Effect of neonatal denervation on the distribution of fiber types in a mouse fast-twitch skeletal muscle. *Histochemistry*, 89 (4), 333-342.
32.Termin, A., Staron, R.S.,Pette, D. (1989) Changes in myosin heavy chain isoforms during chronic low-frequency stimulation of rat fast hindlimb muscles. A single-fiber study. *European journal of biochemistry / FEBS*, 186 (3), 749-754.
33.Russ, D.W., Clark, B.C., Krause, J.,Hagerman, F.C. (2012) Development of a neuromuscular electrical stimulation protocol for sprint training. *Medicine and science in sports and exercise*, 44 (9), 1810-1819.
34.Pae, E.K., Hyatt, J.P., Wu, J.,Chien, P. (2007) Short-term electrical stimulation alters tongue muscle fibre type composition. *Archives of oral biology*, 52 (6), 544-551.
35.Lieber, R.L., Steinman, S., Barash, I.A.,Chambers, H. (2004) Structural and functional changes in spastic skeletal muscle. *Muscle & nerve*, 29 (5), 615-627.
36.Campos, G.E., Luecke, T.J., Wendeln, H.K., Toma, K., Hagerman, F.C., Murray, T.F. ve diğerleri. (2002) Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *European journal of applied physiology*, 88 (1-2), 50-60.
37.Trappe, S., Luden, N., Minchev, K., Raue, U., Jemiolo, B.,Trappe, T.A. (2015) Skeletal muscle signature of a champion sprint runner. *Journal of applied physiology*, 118 (12), 1460-1466.
38.Rainoldi, A., Gazzoni, M.,Melchiorri, G. (2008) Differences in myoelectric manifestations of fatigue in sprinters and long distance runners. *Physiological measurement*, 29 (3), 331-340.
39.Pattullo, M.C., Cotter, M.A., Cameron, N.E.,Barry, J.A. (1992) Effects of lengthened immobilization on functional and histochemical properties of rabbit tibialis anterior muscle. *Experimental physiology*, 77 (3), 433-442.
40.Yang, H., Alnaqeeb, M., Simpson, H.,Goldspink, G. (1997) Changes in muscle fibre type, muscle mass and IGF-I gene expression in rabbit skeletal muscle subjected to stretch. *Journal of anatomy*, 190 (Pt 4), 613-622.
41.Higashino, K., Matsuura, T., Suganuma, K., Yukata, K., Nishisho, T.,Yasui, N. (2013) Early changes in muscle atrophy and muscle fiber type conversion after spinal cord transection and peripheral nerve transection in rats. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 10, 46.
42.Patterson, M.F., Stephenson, G.M.,Stephenson, D.G. (2006) Denervation produces different single fiber phenotypes in fast- and slow-twitch hindlimb muscles of the rat. *American journal of physiology. Cell physiology*, 291 (3), C518-528.
43.Gutmann, E., Melichna, J.,Syrovy, I. (1972) Contraction properties and ATPase activity in fast and slow muscle of the rat during denervation. *Experimental neurology*, 36 (3), 488-497.
44.Jakubiec-Puka, A., Kordowska, J., Catani, C.,Carraro, U. (1990) Myosin heavy chain isoform composition in striated muscle after denervation and self-reinnervation. *European journal of biochemistry / FEBS*, 193 (3), 623-628.
45.Mokrusch, T., Engelhardt, A., Eichhorn, K.F., Prischenk, G., Prischenk, H., Sack, G. ve diğerleri. (1990) Effects of long-impulse electrical stimulation on atrophy and fibre type composition of chronically denervated fast rabbit muscle. *Journal of neurology*, 237 (1), 29-34.
46.Roland R. Roy, R.J.T., John A. Hodgson, Yasuharu Oishi, Kenneth M. Baldwin, V. Reggie Edgerton. (1999) Differential response of fast hindlimb extensor and flexor muscles to exercise in adult spinalized cats. *Muscle & nerve*, 22 (2), 230-241.

47.Petrie, M.A., Suneja, M., Faidley, E.,Shields, R.K. (2014) A minimal dose of electrically induced muscle activity regulates distinct gene signaling pathways in humans with spinal cord injury. *PloS one*, 9 (12), e115791.
48.Simonetta Ausoni, L.G., Stefano Schiaffino, Kristian Gundersen, Terje Lomo. (1990) Expression of Myosin Heavy Chain Isoforms in Stimulated Fast and Slow Rat Muscles. *Journal of Neuroscience*, 10(1) (1), 153-160.
49.Tsutaki, A., Ogasawara, R., Kobayashi, K., Lee, K., Kouzaki, K.,Nakazato, K. (2013) Effect of intermittent low-frequency electrical stimulation on the rat gastrocnemius muscle. *BioMed research international*, 2013, 480620.
50.Sillen, M.J., Franssen, F.M., Gosker, H.R., Wouters, E.F.,Spruit, M.A. (2013) Metabolic and structural changes in lower-limb skeletal muscle following neuromuscular electrical stimulation: a systematic review. *PloS one*, 8 (9), e69391.
51.Levine, S., Nguyen, T., Taylor, N., Friscia, M.E., Budak, M.T., Rothenberg, P. ve diğerleri. (2008) Rapid disuse atrophy of diaphragm fibers in mechanically ventilated humans. *The New England journal of medicine*, 358 (13), 1327-1335.
52.Berg, H.E., Larsson, L.,Tesch, P.A. (1997) Lower limb skeletal muscle function after 6 wk of bed rest. *Journal of applied physiology*, 82 (1), 182-188.
53.Blottner, D., Salanova, M., Puttmann, B., Schiffl, G., Felsenberg, D., Buehring, B. ve diğerleri. (2006) Human skeletal muscle structure and function preserved by vibration muscle exercise following 55 days of bed rest. *European journal of applied physiology*, 97 (3), 261-271.
54.Vrbova, G. (1963) The Effect of Motoneurone Activity on the Speed of Contraction of Striated Muscle. *The Journal of physiology*, 169, 513-526.
55.Jakubiec-Puka, A., Catani, C.,Carraro, U. (1992) Myosin heavy-chain composition in striated muscle after tenotomy. *The Biochemical journal*, 282 (Pt 1), 237-242.
56.Williams, P.E.,Goldspink, G. (1971) Longitudinal growth of striated muscle fibres. *Journal of cell science*, 9 (3), 751-767.
57.Loughna, P.T., Izumo, S., Goldspink, G.,Nadal-Ginard, B. (1990) Disuse and passive stretch cause rapid alterations in expression of developmental and adult contractile protein genes in skeletal muscle. *Development*, 109 (1), 217-223.
58.Booth, F.W.,Seider, M.J. (1979) Early change in skeletal muscle protein synthesis after limb immobilization of rats. *Journal of applied physiology: respiratory, environmental and exercise physiology*, 47 (5), 974-977.
59.Diffee, G.M., Caiozzo, V.J., Herrick, R.E.,Baldwin, K.M. (1991) Contractile and biochemical properties of rat soleus and plantaris after hindlimb suspension. *The American journal of physiology*, 260 (3 Pt 1), C528-534.
60.Oishi, Y. (1993) Relationship between myosin heavy chain IId isoform and fibre types in soleus muscle of the rat after hindlimb suspension. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 66 (5), 451-454.
61.Jiang, B., Ohira, Y., Roy, R.R., Nguyen, Q., Ilyina-Kakueva, E.I., Oganov, V. ve diğerleri. (1992) Adaptation of fibers in fast-twitch muscles of rats to spaceflight and hindlimb suspension. *Journal of applied physiology*, 73 (2 Suppl), 58S-65S.
62.Ohira, T., Ohira, T., Kawano, F., Shibaguchi, T., Okabe, H., Goto, K. ve diğerleri. (2014) Effects of gravitational loading levels on protein expression related to metabolic and/or morphologic properties of mouse neck muscles. *Physiological reports*, 2 (1), e00183.
63.Lomax, R.B.,Robertson, W.R. (1992) The effects of hypo- and hyperthyroidism on fibre composition and mitochondrial enzyme activities in rat skeletal muscle. *The Journal of endocrinology*, 133 (3), 375-380.
64.Larsson, L., Muller, U., Li, X.,Schiaffino, S. (1995) Thyroid hormone regulation of myosin heavy chain isoform composition in young and old rats, with special reference to IIX myosin. *Acta physiologica Scandinavica*, 153 (2), 109-116.
65.Kopecka, K., Zacharova, G., Smerdu, V.,Soukup, T. (2014) Slow to fast muscle transformation following heterochronous isotransplantation is influenced by host thyroid hormone status. *Histochemistry and cell biology*, 142 (6), 677-684.
66.Andersen, H., Schmitz, O.,Nielsen, S. (2005) Decreased isometric muscle strength after acute hyperglycaemia in Type 1 diabetic patients. *Diabetic medicine : a journal of the British Diabetic Association*, 22 (10), 1401-1407.
67.Fewell, J.G.,Moerland, T.S. (1995) Responses of mouse fast and slow skeletal muscle to streptozotocin diabetes: myosin isoenzymes and phosphorous metabolites. *Molecular and cellular biochemistry*, 148 (2), 147-154.
68.Klueber, K.M.,Feczko, J.D. (1994) Ultrastructural, histochemical, and morphometric analysis of skeletal muscle in a murine model of type I diabetes. *The Anatomical record*, 239 (1), 18-34.
69.Janssen, I., Heymsfield, S.B., Wang, Z.M.,Ross, R. (2000) Skeletal muscle mass and distribution in 468 men and women aged 18-88 yr. *Journal of applied physiology*, 89 (1), 81-88.
70.Brodsky, I.G., Balagopal, P.,Nair, K.S. (1996) Effects of testosterone replacement on muscle mass and muscle protein synthesis in hypogonadal men--a clinical research center study. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 81 (10), 3469-3475.
71.Brown, M., Sinacore, D.R.,Host, H.H. (1995) The relationship of strength to function in the older adult. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 50 Spec No, 55-59.
72.Fitts, R.H., Peters, J.R., Dillon, E.L., Durham, W.J., Sheffield-Moore, M.,Urban, R.J. (2015) Weekly versus monthly testosterone administration on fast and slow skeletal muscle fibers in older adult males. *The Journal of clinical endocrinology and metabolism*, 100 (2), E223-231.
73.Nair, K.S. (2005) Aging muscle. *The American journal of clinical nutrition*, 81 (5), 953-963.
74.Basu, R., Basu, A.,Nair, K.S. (2002) Muscle changes in aging. *The journal of nutrition, health & aging*, 6 (5), 336-341.
75.Konopka, A.R., Trappe, T.A., Jemiolo, B., Trappe, S.W.,Harber, M.P. (2011) Myosin heavy chain plasticity in aging skeletal muscle with aerobic exercise training. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 66 (8), 835-841.
76.Harber, M.P., Konopka, A.R., Undem, M.K., Hinkley, J.M., Minchev, K., Kaminsky, L.A. ve diğerleri. (2012) Aerobic exercise training induces skeletal muscle hypertrophy and age-dependent adaptations in myofiber function in young and older men. *Journal of applied physiology*, 113 (9), 1495-1504.
77.Kern, H., Barberi, L., Lofler, S., Sbardella, S., Burggraf, S., Fruhmann, H. ve diğerleri. (2014) Electrical stimulation counteracts muscle decline in seniors. *Frontiers in aging neuroscience*, 6, 189.
78.Thacker, B.E., Tomiya, A., Hulst, J.B., Suzuki, K.P., Bremner, S.N., Gastwirt, R.F. ve diğerleri. (2012) Passive mechanical properties and related proteins change with botulinum neurotoxin A injection of normal skeletal muscle. *Journal of orthopaedic research : official publication of the Orthopaedic Research Society*, 30 (3), 497-502.

79.Korfage, J.A., Wang, J., Lie, S.H.,Langenbach, G.E. (2012) Influence of botulinum toxin on rabbit jaw muscle activity and anatomy. *Muscle & nerve*, 45 (5), 684-691.
80.Kent-Braun, J.A., Ng, A.V., Castro, M., Weiner, M.W., Gelinas, D., Dudley, G.A. ve diğerleri. (1997) Strength, skeletal muscle composition, and enzyme activity in multiple sclerosis. *Journal of applied physiology*, 83 (6), 1998-2004.
81.Dalgas, U., Stenager, E., Jakobsen, J., Petersen, T., Overgaard, K.,Ingemann-Hansen, T. (2010) Muscle fiber size increases following resistance training in multiple sclerosis. *Multiple sclerosis*, 16 (11), 1367-1376.
82.Hansen, D., Wens, I., Vandenabeele, F., Verboven, K.,Eijnde, B.O. (2015) Altered signaling for mitochondrial and myofibrillar biogenesis in skeletal muscles of patients with multiple sclerosis. *Translational research : the journal of laboratory and clinical medicine*, 166 (1), 70-79.
83.Mu, L., Sobotka, S., Chen, J., Su, H., Sanders, I., Adler, C.H. ve diğerleri. (2012) Altered pharyngeal muscles in Parkinson disease. *Journal of neuropathology and experimental neurology*, 71 (6), 520-530.
84.Qin, W., Pan, J., Wu, Y., Bauman, W.A.,Cardozo, C. (2015) Anabolic steroids activate calcineurin-NFAT signaling and thereby increase myotube size and reduce denervation atrophy. *Molecular and cellular endocrinology*, 399, 336-345.

Nöromusküler Skolyozda Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Uzm Fzt Sibel BOZGEYİK
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
e-mail: sibel.bozgeyik@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Nöromusküler skolyoz; serebral palsi (CP), tam veya kısmi spinal kord yaralanmaları, spinal musküler atrofi (SMA), duchenne musküler distrofi (DMD), spina bifida gibi nöromusküler hastalıklarda ve diğer nöropatik ve miyopatik problemleri içeren nöromusküler deformitelerdeki en yaygın spinal deformitedir. Hem spastik hem de flask durumlar sonucu oluşan kas kuvvet dengesizliği ve spinal imbalans nöromusküler hastalıklarda skolyoz gelişimindeki temel etmendir. Karakteristik olarak nöromusküler skolyoz pelvik obliklik ve göğüs kafesi deformitesinin de eşlik ettiği uzun 'C' şekilli bir eğriliktir ve iskelet maturasyonu tamamlandıktan sonra bile ilerleyebilir. Nöromusküler skolyozun tedavisi çok zordur, çünkü şiddetli kontraktürler, solunum ve kalp problemleri ve ağrı gibi birçok komplikasyon nöromusküler skolyoza eşlik edebilir. Fizyoterapi nöromusküler skolyozlu hastaların konservatif tedavisinde temeldir. Aynı zamanda ortez kullanımı gövdenin korunması ve oturma dengesini geliştirmeye yardım eder.

Anahtar kelimeler: Duchenne Musküler Distrofi (DMD), Spinal Muküler Atrofi (SMA), skolyoz

ABSTRACT

Neuromuscular scoliosis is a most common spinal deformity of neuromuscular disorders including cerebral palsy (CP), complete and incomplete spinal cord injury, spinal muscular atrophy (SMA), duchenne muscular dystrophy (DMD), spina bifida and other many neuropathic and myopathic disorders. Both flaccid and spastic conditions caused by an imbalance of muscle strength and neuromuscular imbalance is a basic factor in the development of Scoliosis in neuromuscular disease. Characteristically, neuromuscular scoliosis is a long 'C' shaped curved accompanied by pelvic obliquity and deformity of the thoracic cage and it may progress even after skeletal maturity. Treatment of neuromuscular scoliosis is very difficult because many complication such as severe contractures, pulmonary and cardiac problems and pain may accompany neuromuscular scoliosis. Physiotherapy is essensial of the of conservative management of patients with neuromuscular scoliosis at the same time bracing is able to help to prevent of the trunk and improve the sitting balance.

Key words: Duchenne Muscular Dystrophi (DMD), Spinal Muscular Atrophy (SMA), scoliosis

1.GİRİŞ

Yunanca kökenli bir kelime olan skolyoz 'eğri, çarpık ' anlamına gelmektedir. Genel olarak omurganın frontal düzlemde laterale doğru eğriliğini ifade etmektedir ve omurga deformitelerinin en sık görülen şeklidir. Omurganın koronal düzlemdeki eğriliğini ölçen cobb açısının 10 derecenin üstüne çıkması skolyoz olarak tanımlanabilir. Çoğunlukla üç boyutlu bir deformite olarak karşımıza çıkmaktadır (1). İlk olarak M.Ö. 5. Yüzyılda Hipokrat tarafından tanımlanmıştır ve tedavisi de yine Hipokrat tarafından tasarlanan 'Scamnun' denilen traksiyona dayalı bir aletle yapılmaya çalışılmıştır (2) . **Nöromüsküler skolyoz** ise skolyozun, serebral palsi (SP) gibi merkezi sinir sistemi hastalıklarında, spinal müsküler atrofi (SMA) gibi motor nöron hastalıklarında, Duchenne Musküler Distrofi (DMD) gibi kas hastalıklarında, spina bifida gibi nöral tüp defekti hastalıklarında ve daha birçok nöropatik ve myopatik hastalıklarda hastalığa eşlik eden şeklidir (3). İdiyopatik skolyozdan farklı olarak nöromusküler skolyoz daha erken başlangıç gösterir, daha hızlı ilerler ve iskelet maturasyonu tamamlandıktan sonra da eğriliğin derecesinde artış görülebilir (4,5).

2. NÖROMUSKÜLER SKOLYOZUN ETİYOLOJİSİ

Hem spastik hem de flask durumlar sonucu oluşan kas kuvvet dengesizliği ve spinal imbalans

nöromusküler hastalıklarda skolyoz gelişimindeki temel etmendir (3,6). Skolyoz araştırma topluluğunun 2012 yılındaki Nöromusküler skolyoz sınıflaması aşağıda gösterildiği gibidir (7).

- **Primer nöropatiler**
  - Üst motor nöron patolojileri
    - Serebral palsi
    - Spinoserebellar dejenerasyon
    - Syringomiyeli
    - Spinal kort travma ve tümörleri
  - Alt motor nöron patolojileri
    - Poliomyelit
    - Diğer viral myelitler
    - Travmatik
    - Charcot-marie-tooth hastalığı
    - Disotonomi
    - Spinal musküler atrofi
    - Kombine üst ve alt motor nöron patolojileri
      - Meningomiyolosel
- **Primer myopatiler**
  - Musküler distrofiler
    - Duchenne musküler distrofi
    - Limb girdle distrofi
    - Fascioskapulohumeral distrofi
  - Artrogripozis
  - Konjenital hipotoni
  - Myotonik distrofi

Nöromusküler tutulum ne kadar ciddi ise spinal deformite oluşma ve ilerleme riski o kadar fazladır. İdiyopatik skolyozda 20 dereceden fazla skolyoz gelişme riski genel popülasyonda %0,3 iken nöromusküler skolyozda prevelans çok daha yüksek oranlarda görülmekte ve nöromusküler patolojiye göre değişmektedir. Bazı nöromüsküler hastalıklarda spinal deformite görülme yüzdesi Tablo-1 de verilmiştir (8).

Tablo-1. Nöromusküler hastalığa göre spinal deformite görülme yüzdesi.

Hastalık	Oran %
Serebral paralizi	25
Myelodisplazi	60
Spinal Musküler Atrofi	67
Friedreich Ataksisi	80
Duchenne Musküler Distrofi	90
Travmatik Paralizi (10 yaşından önce)	100

3. NÖROMUSKÜLER SKOLYOZUN GENEL ÖZELLİKLERİ

- Deformite ilerleyicidir ve ilerleme iskelet matürasyonu tamamlandıktan sonra da devam edebilir,
- Eğrilik hem torasik hem lumbal omurgayı içeren büyük bir eğriliktir,
- Yürüyemeyen hastalarda eğrilik daha çok pelvisin oblikliğinin de eşlik ettiği kolllabe uzun 'C' eğrisi şeklindedir,
- Bu hastalarda yetersiz kompansatuar eğrilik spinal dengenin kaybolması riskini artırır,
- Deformite başlangıçta mobil iken hızlı bir şekilde rijit bir hal alır ve eğer müdahale gecikirse tatmin edici bir düzeltme zorlaşacaktır.

İdiyopatik skolyozda eğrinin büyüklüğü, lokalizasyonu ve iskelet matürasyonu eğriliğin ilerlemesinde belirleyici rol oynarken; **Nöromusküler skolyozda** eğriliğin ilerlemesinde en etkili faktör altta yatan nöromusküler patolojidir (3).

Nöromusküler skolyoza en sık rastladığımız nöromusküler hastalıklardaki spinal deformitelere bakacak olursak;

Serebral Palsi'de; eğriliğin oluşmasına ve hızlı bir şekilde ilerlemesine katkıda bulunan başlıca etmenler spastisite, kas zayıflığı ve kas kuvvet dengesizliğidir. Genel olarak nöromusküler skolyozdaki gibi uzun 'C' şeklinde pelvik oblisite ve toraks deformitelerinin de eşlik ettiği bir eğrilik görülür ve eğriliğin ilerlemesi yetişkinliğe kadar devam edebilir (9-11). *Koop ve ark.*(9)'ları SP'de skolyozu araştırdıkları bir derlemede SP'li hastalarda skolyoz oluşma insidansının tutulumun derecesiyle ilişkili olduğunu; kuadriplejiklerde %30, diplejiklerde %10 ve hemiplejiklerde %2 olduğunu bildirmişlerdir.

DMD'de ambulasyon süresinin uzaması skolyoz gelişme riskini ve skolyozun şiddetini etkileyen en önemli faktördür. Ambulasyon süresini etkileyen en önemli faktörler ise;

1. Steroid kullanımı
2. Erken dönemde başlayan fizyoterapi uygulamalarıdır.

Duchenne musküler distrofili hastalarda spinal deformitenin hastaların ambulasyonlarını kaybettikten sonra kas zayıflığı ve pelvik asimetriye bağlı olarak ortaya çıktığı bildirilmiştir (12,13). *Ferrari ve diğ* (12) tarafından DMD'de ambulasyon kaybından sonra 1-3 yıl arasında skolyoz geliştiği gösterilmiştir.

Yılmaz ve ark (14).'larının yaptığı çalışmada DMD 'de steroid kullanımının;

- Ambulasyon süresini yaklaşık 2,5 yıl kadar uzattığı,
- Uzun vadede skolyoz oluşumunu engellediği,
- Oluşan skolyozun derecesinin düşük olduğu bildirilmiştir.

DMD'de tekerlekli sandalyeye bağımlı olmak kalıcı bir spinal deformite oluşumu için temel risk faktörüdür. Cerrahi gerektirecek derecede skolyoz gelişme riski günlük steroid kullanımı ile tedavi edilen DMD'lilerde %90'dan %15 'e düşmüştür (12).

SMA'da yürüyebilen hastalar ambulasyonlarını kaybettikten sonra spinal deformite gelişimi ve ilerlemesi çok hızlı bir şekilde olmaktadır ve hastaların fonksiyonel kapasitelerini önemli derecede azaltmaktadır. Tekerlekli sandalyedeki hastalarda ise pelvik oblisite ve ağırlık aktarmadaki dengesizlik nedeniyle hastalar oturma dengelerini ve üst ekstremitelerini kullanma yetilerini kaybetmektedir. Aynı zamanda kosto-kristal sıkışma nedeniyle ağrı şikayetleri ve bası yaraları oluşmaktadır. Bası yaraları pelvise olan asimetrik yük aktarımından dolayı da sıklıkla görülebilmektedir. Tipik olarak SMA'da da uzun C şekilli apeksi torokolumbalde olan kollabe skolyoz görülmektedir. Skolyoz ilerledikçe respiratuar fonksiyonlar kötüleşmekte ve hayati tehlike oluşturacak boyutlara ulaşabilmektedir. SMA'da spinal deformite gelişme insidansının SMA'nın tipine ve hastalığın klinik takibinin uzunluğuna bağlı olduğu ve bu insidansın %60 ile %100 arasında değişebildiği bildirilmiştir (15).

4. NÖROMUSKÜLER SKOLYOZDA DEĞERLENDİRME

Nöromusküler hastalıklarda hastanın ambulasyon durumu ve mental durumu hastalığa göre çeşitlilik gösterebildiği için, nöromusküler skolyozda değerlendirme farklılık gösterebilir. Bu nedenle öncelikle altta yatan nöromusküler hastalığın doğru tanısı çok önemlidir.

Hikaye: Hastadan ve ailesinden nöromüsküler hastalıkla ilgili detaylı hikaye alınmalıdır.

Fizik Muayene: Hastanın fizik bulguları hem gözlemsel olarak hem de eğriliğin derecesi radyolojk değerlendirme yöntemleriyle detaylı olarak incelenmelidir (16).

- Gibozite,
- Omuz asimetrisi,
- Pelvik obliklik,
- Gövde ve oturma dengesi,
- Ekstremite kısalığı,
- Kas kısalıkları,
- Kontraktürler ve
- Kas zayıflıkları değerlendirilmelidir (4,16-18).

Fonksiyonel Durum: Nöromusküler hastaların fonksiyonel durum ve ihtiyaçlarının değerlendirilmesi de önemli bir konudur. Hastaların ambulasyon durumu değerlendirilir. Ambulasyon, ayakta durma ve oturma desteği kullanıp kullanmadığı; tekerlekli sandalye kullanıyorsa üst ekstremite desteğine ihtiyaç duyup duymadığı gibi fonksiyonel durumlar değerlendirilmelidir.

Spinal deformite: Spinal deformitenin rijit olup olmadığı dinamik olarak değerlendirilmelidir. Çünkü rijit bir deformite hem ortez kullanımı açısından hem de ek komplikasyonların oluşma riski açısından farklı yaklaşımlar gerektirecektir (4). Hastaların fonksiyonel durumunun değerlendirilmesi bası yaraları ve ağrı gibi ek komplikasyonlar hakkında da bilgi verecektir (19).

Pulmoner Fonksiyon: Vital kapasite (VC), zorlu ekspiratuar volüm (FEV1)ve total akciğer kapasitesi değerlendirilmelidir. İntrinsik ve yardımcı solunum kaslarının zayıflığına bağlı olarak respiratuar komplikasyonlar gelişebilir. Torasik spinal deformite toraks volümünü düşürecektir ve zorlu vital kapasite ile akciğer hastalıklarının gelişmesine neden olacaktır. Pulmoner fonksiyonların etkilenmesi ortez kullanımı ve cerrahiye karar vermede önemlidir. Ayrıca tekrarlı akciğer enfeksiyonları ve pnömoni riskini artıracağı için de değerlendirilmesi gereklidir (7,20).

Tüm bu değerlendirmelerin yanında nöromusküler skolyoza sahip hastalarda günlük yaşam aktiviteleri ve yaşam kalitesinin de sorgulanması izleme açısından önemlidir.

5. NÖROMUSKÜLER SKOLYOZDA TEDAVİ

Nöromusküler skolyozda tedavi planı yapılırken eğriliğin derecesinin yanında hastanın ihtiyaçları, beklentileri fonksiyonel durumu ve nöromusküler hastalığın seyri önemlidir (18). Genel olarak tedavisi iki ana başlıkta incelenebilir;

1. Konservatif tedavi,
2. Cerrahi tedavi.

5.1. Konservatif Tedavi

Nöromusküler hastalık göz önünde bulundurularak uygulanacak egzersiz programlarını, ortezlemeyi ve oturma (tekerlekli sandalye) ve ayakta durma düzeneklerinin modifikasyonlarını içerir. Fizyoterapi nöromusküler skolyozlu hastaların

konservatif tedavisinde temeldir. Aynı zamanda ortez kullanımı gövdenin korunması ve oturma dengesini geliştirmeye yardım eder (21).

Egzersiz eğitimi olarak gövde dengesi ve üst ekstremiteyi de içeren kasları eğiten ve güçlendiren egzersizlerin fonksiyonel bağımsızlığı ve aktivite toleransını belirgin şekilde artırdığı bildirilmiştir (22). Bunun yanında yürüyebilen daha aktif hastalarda aktivite toleransını artırmak ve devam ettirmek için **kardiyovasküler fitness** egzersizlerini de içeren **fonksiyonel kuvvetlendirmelerin** yapılmasında fayda olduğu gösterilmiştir (23). Gövdenin ve pelvisin düzgün pozisyonlanması nöromusküler skolyozun önlenmesi ve/veya oluşan skolyozun ilerlemesinin yavaşlatılmasında etkili yaklaşımlardır

Tek başına egzersiz nöromusküler skolyozu kontrol altında tutmada yeterli değildir. Uygun hastalıklarda ortezlemeye başvurulması cerrahi öncesi ve sonrası yaklaşımın bir parçasıdır (24). Ortez kullanımı çoğu nöromusküler skolyozda ilerlemeyi durduramasa da, spinal füzyon ameliyatlarına kadar geçen sürede gövde dengesini koruyarak üst ekstremite fonksiyonelliğinin ve dik duruşun devam ettirilmesine ve omurganın büyümesine olanak sağlayan bir tedavi yöntemidir (25).

Ortezlemenin amacı;

- Büyüme sırasında eğriliği cerrahiden önce kontrol altına alabilmek ve cerrahiyi tolere edemeyecek olan oturan hastalarda eğriliğin derecesini sabitlemektir (26).
- Nöromusküler skolyozlarda eğrilik genellikle torakal bölgeden sakral bölgeye kadar uzanan kollabe bir eğriliktir. Bu nedenle koltuk altından başlayan ve kalçaya kadar uzanan ortezlerin kullanılması daha uygundur (5).
- Küçük çocuklarda yumuşak plastozot gövde ceketleri adı verilen ortezler deformiteyi düzeltmek yerine üst ekstremiteyi kullanmayı fasilite etmek amacıyla gövdeyi fonksiyonel pozisyonda desteklemede kullanılabilir (5).
- Yeterli gövde kontrolü olmayan hastalarda vücut şekline uygun pasif ortezler; yeterli motor kontrolü olan çocuklarda ise; daha etkili olan dinamik torakolumbosakral ortezler (TLSO) tercih edilebilir. Bu ortezler hem eğriliği düzeltmeye hem de gövdeyi destekleyerek üst ekstremitenin amaçlar doğrultusunda kullanımını kolaylaştırmaya yöneliktir (5).
- DMD ve SMA gibi hastalıklarda ortezleme; göğüs ekspansiyonunu azaltabilir ve pulmoner hastalıklarda hazırlayıcı rol oynar, orteze rağmen spinal deformitelerin ilerlemesi oldukça fazladır. Fakat ortez, hastaların fonksiyonel durumlarını ve bağımsızlıklarını geliştirebilir (26).

Uygun oturma düzenlemelerinin yapılması cerrahiden önce temel yaklaşımlardan biridir ve oturma düzenlemeleri bu çocuklar için zamanla temel oturma cihazı haline gelen tekerlekli sandalyelerde de yapılmalıdır.

Lateral gövde desteklerini, omuz kuşağı ve gövde kemerlerini içeren bu düzenlemeler;

- Hastaların üst ekstremitelerini daha fonksiyonel kullanmalarını sağlayacak,
- Oturma dengelerini önemli derecede geliştirecek ve rahatlarını artıracak,
- Dik postürü devam ettirmelerini sağlayacaktır (26).
- Baş ve boyun kontrolü yetersiz olan hastalarda baş dinlendirme aparatları da eklenebilir.

Nöromusküler skolyoz'da egzersiz, manipülasyonlar, ortez gibi konservatif tedavi yöntemleri; fonksiyonelliği geliştirmede ve devam ettirmede yararlıdır; ancak deformitenin ilerlemesini durduramaz ve kesin tedavi şekli değildir. Bu sebeple takip ve değerlendirmelere devam edilmesi önemlidir (25).

5.2. Cerrahi Tedavi

Fonksiyonu limitleyen büyük ve ilerleyici spinal deformiteler cerrahi endikasyonlardır (27). Bununla birlikte cerrahiye karar vermede pulmoner disfonksiyon, beslenme problemleri, bağışıklık sistemi yetersizlikleri ve nöbet gibi problemler de etkilidir. Cerrahi, hayatı tehdit eden komplikasyonlarla ilişkilidir ve cerrahi öncesi ve sonrası dönemlerde multidisipliner bir yaklaşım gerektirir (28,29). Birçok uzun dönem takip çalışmalarında cerrahi tedavinin nöromusküler skolyoz hastalarında pelvik obliklik ve oturma dengesini geliştirdiği, akciğer fonksiyonlarını düzelttiği ve yaşam kalitesini iyileştirdiği gösterilmiştir (29,30).

6. SONUÇ

Nöromusküler skolyoz nöromusküler hastalıklarda en sık karşılaşılan spinal deformitelerdendir ve birçok komplikasyon eşlik ettiği için tedavisi zordur. Fizyoterapi ve cihaz yaklaşımları konservatif tedavinin temel unsurlarıdır. Cerrahi tedavi cerrahi sonrası birçok komplikasyona neden olabileceği için multidisipliner bir yaklaşımla karar verilmesi gereken zor bir durumdur.

7. TEŞEKKÜR

Seminer konumun belirlenmesinde ve hazırlanmasında desteklerini esirgemeyen ve akademik hayatta ışığıyla daima yolumu aydınlatan sayın hocalarım Prof. Dr. Öznur Tunca YILMAZ ve Prof. Dr. Ayşe KARADUMAN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

8. KAYNAKLAR

1 Vasiliadis, E.S., Grivas, T.B.,Kaspiris, A. (2009) Historical overview of spinal deformities in ancient Greece. *Scoliosis*, 4 (6), 1-13.
2 Moen, K.Y.,Nachemson, A.L. (1999) Treatment of scoliosis: an historical perspective. *Spine*, 24 (24), 2570.
3 Allam, A.M.,Schwabe, A.L. (2013) Neuromuscular scoliosis. *PM&R*, 5 (11), 957-963.
4 Vialle, R., Thevenin-Lemoine, C.,Mary, P. (2013) Neuromuscular scoliosis. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, 99 (1), S124-S139.
5 McCarthy, R.E. (1999) Management of neuromuscular scoliosis. *Orthopedic Clinics of North America*, 30 (3), 435-449.
6 Mehta, J.,Gibson, M. (2003) The treatment of neuromuscular scoliosis. *Current Orthopaedics*, 17 (4), 313-321.
7 Berven, S.,Bradford, D.S. (2002). Neuromuscular scoliosis: causes of deformity and principles for evaluation and management [Bildiri].Seminars in neurology.
8 Murphy, N.A., Firth, S., Jorgensen, T.,Young, P.C. (2006) Spinal surgery in children with idiopathic and neuromuscular scoliosis. What's the difference? *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 26 (2), 216-220.
9 Koop, S.E. (2009) Scoliosis in cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 51 (s4), 92-98.
10 Rosenthal, R.K., Levine, D.B.,McCarver, C.L. (1974) The occurrence of scoliosis in cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 16 (5), 664-667.
11 Saito, N., Ebara, S., Ohotsuka, K., Kumeta, H.,Takaoka, K. (1998) Natural history of scoliosis in spastic cerebral palsy. *The Lancet*, 351 (9117), 1687-1692.
12 Hsu, J.D.,Quinlivan, R. (2013) Scoliosis in Duchenne muscular dystrophy (DMD). *Neuromuscular Disorders*, 23 (8), 611-617.
13 Ferrari, A., Ferrara, C., Balugani, M.,Sassi, S. (2010) Severe scoliosis in neurodevelopmental disabilities: clinical signs and therapeutic proposals. *Eur J Phys Rehabil Med*, 46 (4), 563-580.
14 Yılmaz, Ö., Karaduman, A.,Topaloğlu, H. (2004) Prednisolone therapy in Duchenne muscular dystrophy prolongs ambulation and prevents scoliosis. *European Journal of Neurology*, 11 (8), 541-544.
15 Tsirikos, A.I.,Baker, A.D. (2006) Spinal muscular atrophy: Classification, aetiology, and treatment of spinal deformity in children and adolescents. *Current Orthopaedics*, 20 (6), 430-445.
16 Banta, J., Drummond, D.,Ferguson, R. (1998) The treatment of neuromuscular scoliosis. *Instructional course lectures*, 48, 551-562.
17 SÖYÜNCÜ, Y.T. (2008) Nöromusküler skolyoz. *Journal Of Turkish Spinal Surgery,* , 19 (3), 313.
18 Halawi, M.J., Lark, R.K.,Fitch, R.D. (2015) Neuromuscular scoliosis: current concepts. *Orthopedics*, 38 (6), e452-e456.
19 Berven, S.,Bradford, D.S. (2002). Neuromuscular scoliosis: causes of deformity and principles for evaluation and management [Bildiri].Seminars in neurology.
20 Pruijs, J., Van Tol, M., Van Kesteren, R.,van Nieuwenhuizen, O. (2000) Neuromuscular scoliosis: clinical evaluation pre-and postoperative. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, 9 (4), 217-220.
21 Kotwicki, T.,Jozwiak, M. (2008) Conservative management of neuromuscular scoliosis: personal experience and review of literature. *Disability and rehabilitation*, 30 (10), 792-798.
22 McCartney, N., Moroz, D., Garner, S.H.,McComas, A.J. (1988) The effects of strength training in patients with selected neuromuscular disorders. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 20 (4), 362-368.
23 Kilmer, D. (1998) The role of exercise in neuromuscular disease. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*, 9 (1), 115-125, vi.
24 Tsirikos, A.I. (2011) (iv) Development and treatment of spinal deformity in patients with neurological or myopathic conditions. *Orthopaedics and Trauma*, 25 (6), 425-434.
25 SÖYÜNCÜ, Y.T. (2008) Nöromusküler skolyoz. . *Journal Of Turkish Spinal Surgery,*, 19 (3), 313.
26 Kotwicki, T., Durmala, J.,Czubak, J. (2008) Bracing for neuromuscular scoliosis: orthosis construction to improve the patient's function. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 3 (3), 161-169.
27 Koval, K.J. (2002). Orthopaedic Knowledge Update 7: Home Study Syllabus: Amer Academy of Orthopaedic.
28 Benson, E.R., Thomson, J.D., Smith, B.G.,Banta, J.V. (1998) Results and morbidity in a consecutive series of patients undergoing spinal fusion for neuromuscular scoliosis. *Spine*, 23 (21), 2308-2317.
29 Bridwell, K.H., Baldus, C., Iffrig, T.M., Lenke, L.G.,Blanke, K. (1999) Process measures and patient/parent evaluation of surgical management of spinal deformities in patients with progressive flaccid neuromuscular scoliosis (Duchenne's muscular dystrophy and spinal muscular atrophy). *Spine*, 24 (13), 1300.
30 Larsson, E.-L.C., Aaro, S.I., Normelli, H.C.,Öberg, B.E. (2005) Long-term follow-up of functioning after spinal surgery in patients with neuromuscular scoliosis. *Spine*, 30 (19), 2145-2152.

Geriatrik Rehabilitasyonda Bilişim Teknolojileri

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

ÖZET

Yaşlı nüfusunun arttığı bir dünyada, bireylerin sağlıklı ve bağımsız bir hayatı sürdürebilmesi önem kazanmıştır. Bilişim teknolojileri, yaşlı bireyler için hem sağlık alanında, hem de günlük yaşam alanlarında kullanılmaya başlanmıştır. Bilişim ve iletişim teknolojilerindeki gelişmeler sayesinde sağlık, güvenlik ve bağımsız yaşam koşullarına destek veren çeşitli araçlar ve servisler geliştirilmiş, böylece yaşlı bireylerin günlük yaşam aktivitelerinin uzaktan izlenmesi, yönetilmesi ve gerektiğinde müdahale edilmesi sağlanabilmektedir. Geriatrik Rehabilitasyonda, bilişim ve destek teknolojisindeki gelişmeler kullanılarak yaşlı sağlığı ve bakımını sağlayan kurumlarda ve hastanelerde yaşlı bireylerin günlük yaşamlarında bağımsız olabilmelerini sağlaması sebebiyle önem kazanmaktadır.

Anahtar kelimeler: Destek teknolojileri, yaşlanma, rehabilitasyon

ABSTRACT

In a world where the elderly population is growing, it has become important for individuals to be able to live a healthy and independent life. Information technology has begun to be used for elderly people both in health and daily life. Through the developments in information and communication technologies, a variety of tools and services have been developed to support health, safety and independent living conditions so that the daily activities of the elderly can be remotely monitored, managed and intervened if necessary. In geriatric rehabilitation, advances in information and support technology are gaining importance as they enable elderly individuals to be independent in their daily lives in institutions that provide elderly health and care and in hospitals.

Keywords: Assistive technologies, aging, rehabilitation

1. GİRİŞ

Dünyamız her geçen gün yaşlanmakta iken tüm dünyada doğum oranındaki düşüşle birlikte yaşam standartlarının iyileşmesine bağlı olarak insan ömrünün uzamasıyla yaşlı nüfusu da giderek artmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü'nün 1970-2025 yılları arasındaki öngörülerine göre beklenen yaşlı insan oranı %22,3 ile 624 milyon olarak belirlendiği; 2025 yılında yaklaşık 1,2 milyon insanın 60 yaş ve üzeri yaşta olacağı ve 2050 yılında ise 2 milyona ulaşacak olan yaşlı nüfusunun %80'inin gelişmekte olan ülkelerde yaşayacağı ifade edilmektedir. Ülkemizde yaşlı nüfus, diğer yaş gruplarındaki nüfuslara göre daha yüksek bir hız ile artış *göstermektedir.* (1).

Nüfus projeksiyonlarına göre Türkiye'nin yaşlı nüfus oranının 2014 yılında % 8 iken, 2023 yılında % 10.2' ye, 2050 yılında % 20.8'e, 2075 yılında % 27.7' ye yükseleceği ve "çok yaşlı" nüfuslu ülkeler arasında yer alacağı tahmin edilmektedir (2).

Yaşlanmanın doğal bir sonucu olarak kas kütlesi, kuvveti, görme ,işitme , propriosepsiyon duyularının ve fizyolojik rezervlerin azalması sonucunda kronik hastalıkların artışı yaşam kalitesini etkilemektedir. Yaşlanan bireyler yaşlanmanın getirdiği kısıtlamalara karşı kendi yaşam alanlarında bağımsız olarak yaşantılarını sürdürmeyi istemektedirler (3).

Teknoloji ve elektronik sistemlerdeki son gelişmeler yaşlı bireylerin hayat koşullarını algılayıcılar ve bağlı oldukları iletişim araçları, robot araçlar, uzaktan kontrol sistemleri ile iyileştirmesine yardımcı olmuştur ve yaşam kalitesini arttırmak, bağımsızlık sağlamak gibi yararları bildirilmiştir (4).

2. GERONTEKNOLOJİ

Gerontoloji; biyolojik, fizyolojik ve zihinsel yaşlanmayla ortaya çıkan değişimleri incelerken değişimlerin yarattığı ekonomik, psikolojik ve toplumsal sorunları dikkate alır. Yaşlanma olgusu ile ilgilenen bilimleri kapsar (5).

Geronteknoloji terimi ilk olarak 1990'lar öncesi ortaya çıkan ve yaşlanmayı araştıran gerontoloji ile teknolojik ürünler ve hizmetlerin geliştirilmesini ve uygulanmasını hedefleyen teknolojinin ortak çalışma alanında bir disiplindir (6-8). Geronteknnoloji yaşlanmayla ilişkili nöral ve kas iskelet sistemi değişikliklerinin etkilerini tanımlamak ve yavaşlatmak için yaşlı bireylere yardım eder (9).

Yaşlılar için teknolojinin gelişimi ve uygulamalarının 2 yönde katkısı olmaktadır. Birincisi, yaşlılara kendi yaşam alanlarında destek teknolojileri ile daha kolay ve konforlu bir yaşam sağlamak; ikincisi ise bilişim teknolojilerinin gelişimi ve yaygınlaşmasıyla fiziksel alanın yarattığı sınırların ötesinde iletişim sağlamaktır (10).

Yaşlı bireylerin bağımsız yaşam sürdürmeleri için, sağlıklı yaş almalarını sağlayarak olabildiğince hastane ve bakım evlerine başvurularını azaltmak ve olabildiğince evlerinde sağlıklı yaşlanmalarını sağlamak ve sağlık harcamalarını azaltmak hedef alınır (11). Sağlık, günlük yaşam aktiviteleri, mobilite, transfer, iletişim, yönetim, iş ve boş zaman aktiviteleri olmak üzere altı temel alanda kullanılmaktadır. Ayrıca inme hastalarında motor fonksiyonları restore etmek için robotik sistem, yaşlanmayla ilişkili motor kontrol değişikliği anlamak için elektromekanik sistem, sağlıklı yaşlı bireylerde motor performansı değerlendirmek için giyilebilir sensörler, kognitif bozuklukları olan yaşlı bireyler için yardımcı araçlar (hayvan şekilli robotlar) kullanım alanlarına örnek olarak verilebilir (9,11).

Yaşlanmayla birlikte uzaktan kontrol araçları kontrol edebilmek için gereken şekil tanımlama görsel uzaysal hafıza ve görsel manuel yetenek azalır. Yaşlı bireylerde uzaktan kontrol araçlarının kullanılabilirliğini stimüle etmek önemlidir. Otmar ve arkadaşları genç ve yaşlı bireylerde yaptıkları çift görevi içeren 5 ayrı deney sonucu yaşlı bireyler için otomatik yardımcı araçlar tasarlanırken, yaşlanmayla kognitif yeteneklerin azaldığı gerçeğinin göz önünde bulundurulması gerektiğini vurgulamışlardır (12).

2.1. Bilişim Teknolojileri

Bilişim teknolojileri, özellikle de tüm dünyada artan yaşlı nüfus nedeniyle 65 yaş ve üstü gruplar için günlük yaşamda hem sağlık alanında hem de eğitim, ulaşım, güvenlik, bankacılık ve alışveriş, iletişim, sinema ve televizyon, üretim sanayi gibi yaşamın birçok alanında kullanılmaya başlanmıştır (13).

Geriatrik rehabilitasyonda bilgi teknolojisindeki gelişmelere bağlı olarak tanı ve tedavi amacıyla birçok işlemde yaşlı sağlığı ve bakımını sağlayan kurumlarda ve hastanelerde; bilginin paylaşımı; değerlendirme, bakım planları ve sonuçların izlenmesi; oda güvenliği; çağrı sistemi; dijital kameralar; duyarlı aydınlatma, görüntü ve ses sistemleri; bilgi desteği ve etkili çözümler sunulması alanlarındaki hizmetler desteklenmektedir (13).

Bilişim teknolojileri; bilgisayar ve iletişim teknolojilerinin birlikte kullanılmasıyla oluşturulmuş bilgi akışını sağlayan araçlara verilen genel bir isimdir. İletişimde duyuya yönelik algılama söz konusudur. Bilgi akışı "Bireyden çoğula" veya "Çoğuldan bireye" olan iletişime göre çeşitlenir. Günümüzde bilginin üretilmesi, toplanması, biriktirilmesi, işlenmesi, tekrar elde edilmesi, korunması ve yayılmasına destek veren araçlar olarak bilgi teknolojilerinin toplumlar üzerinde büyük etkisi vardır (13).

Bilgi ve iletişim teknolojileri araçları: Görsel araçlar, İşitsel araçlar ve Yazılı ve basılı araçlar olarak 3 başlık altında incelenir. Bunlar:

1. Bilişsel İletişim Araçları: e-postalar, *chat*'ler, *messenger*'lar, *blog*'lar, "*web* kameralar, vb.
2. Görsel-İşitsel İletişim Araçları: Televizyon, sinema, radyo, vb.
3. Telekomünikasyon İletişim Araçları: Telefon, cep telefonu, faks, teleks.
4. Kali-Grafik İletişim Araçları: Gazete, dergi, afiş, el ilanı, tabela, not, kitap, vb.
5. Organizasyon İletişim Araçları: Fuar, konser, defile, konferans.
6. Sanatsal İletişim Araçları: Resim, şarkı, dans, tiyatro, heykel, konser, animasyon

Bilişim teknolojileri, günlük yaşamda; sağlık, eğitim, ulaşım , güvenlik, bankacılık, alışveriş, iletişim, sinema ve televizyon, mühendislik ve mimarlık, üretim sanayi gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Özellikle de tüm dünyada artan yaşlı nüfus nedeniyle 65 yaş ve üstü grupların;

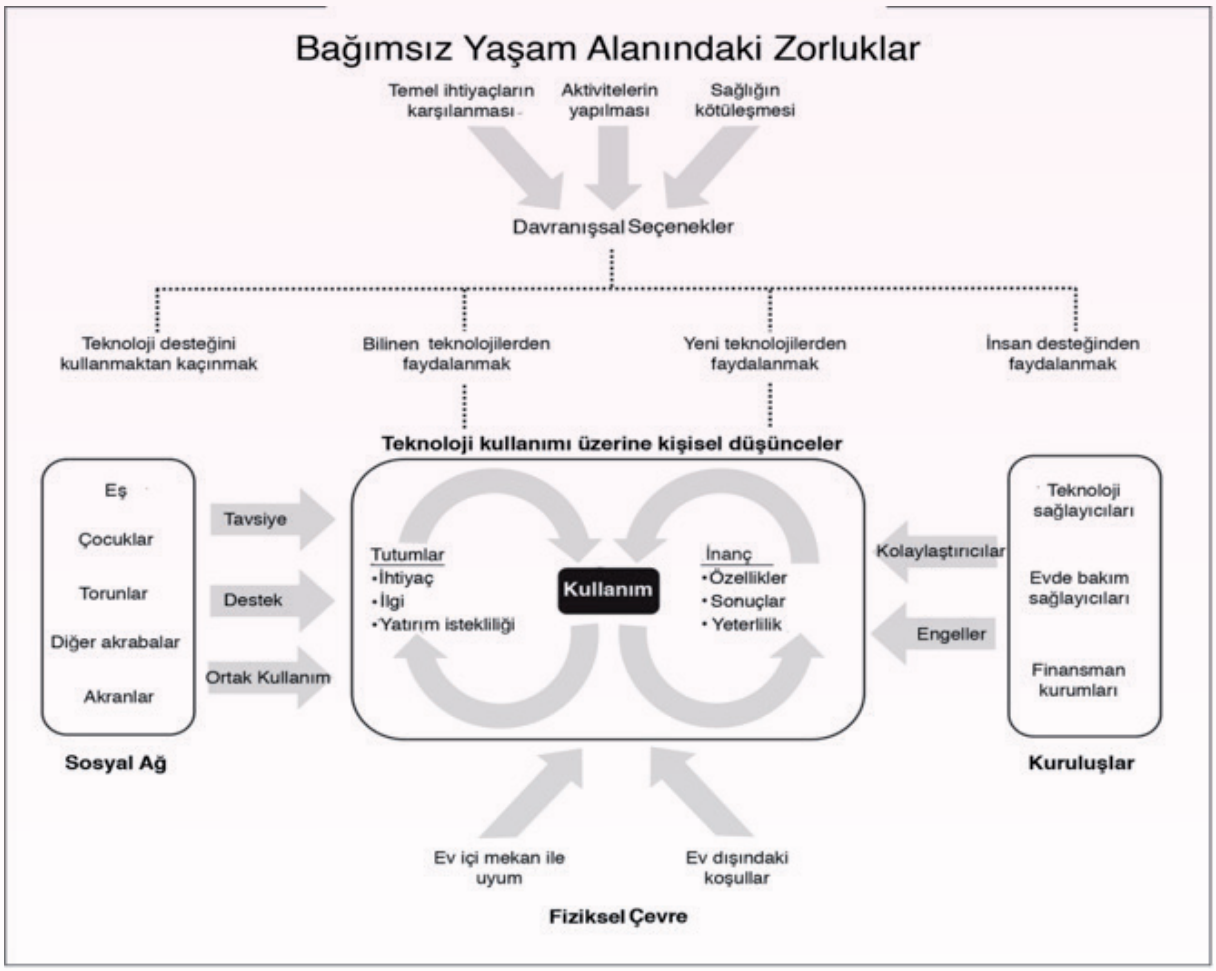
- Bankamatiklerden kartlarıyla maaşlarını alabilmeleri,
- Dijital sistemli telefonlarla iletişimlerini sürdürebilmeleri,
- Bilgisayardan öğrenmek istedikleri bilgilere erişebilmeleri,
- Alışverişlerinde banka kartlarıyla alışveriş yapabilmeleri,
- Emniyet ve güvenlik açısından çağrı sistemlerini kullanabilmeleri ve

- Sosyal izolasyonu engellemek için bilişim teknolojilerinden haberdar olabilmeleri, kullanımları konusunda bilgilendirilmeleri ve dolayısıyla kaliteli bir yaşam sürdürmeleri sağlanmalıdır (14,15).

Peek ve arkadaşları, 68-95 yaşları arasında kendi ortamlarında yaşayan Hollandalı 53 kişiye yaşlılar tarafından kullanılan çeşitli teknoloji araçlarının kullanım seviyelerini hangi faktörlerin etkilediği konusunda bir çalışma yapmıştır. Yaşlılara, sağlık durumları, yaşadığı ortamın düzeni ve teknoloji deneyimi ile ilgili sorular sorulmuş. Katılımcılar güvenli ortamda kalmaya, kişilerle iletişimde olmaya ve zamanlarını geçirmeye ihtiyaçları olduğunu belirtmişler (16).

Sonuçta, kendi ortamında yaşlanmada teknoloji kullanım seviyesinin 6 ana temadan etkilendiği belirlenmiş. Bunlar;

1. Bağımsız yaşama alanındaki engeller,
2. Davranışsal seçenekler,
3. Teknoloji kullanımındaki kişisel düşünceler,
4. Sosyal iletişim ağının etkilenmesi,



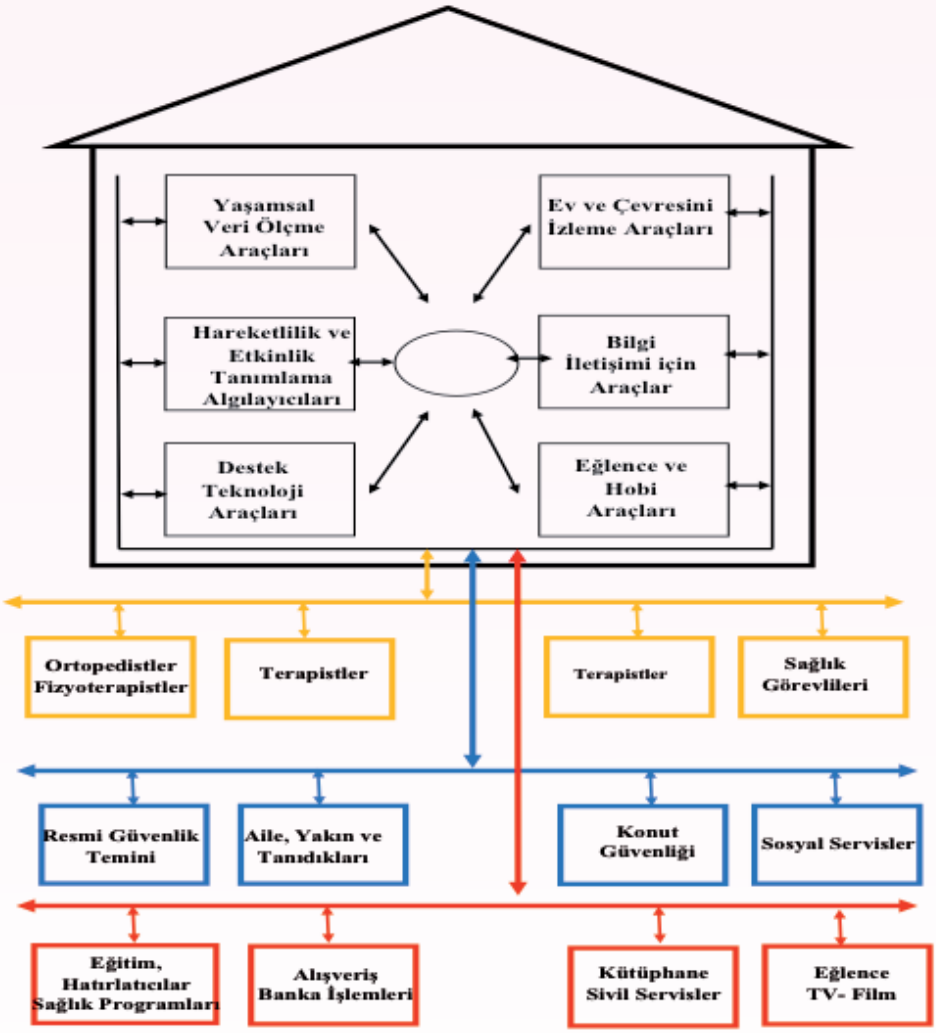
Şekil 1. Kendi Ortamlarında Bireylerde Teknoloji Kullanım Seviyesini Etkileyen Faktörlerin Kavramsal Modeli (15)

5. Organizasyonların etkilenmesi,
6. Fiziksel çevrenin rolüdür (15).

Yaşlı yetişkinlerin algıları ve teknoloji kullanımları, onların kişisel, sosyal ve fiziksel koşullarının içine yerleşmiştir. Kendi ortamında yaşlanmayı kolaylaştırması için teknoloji kullanımı yoluyla psikolojik ve bağlamsal faktörlerden haberdar olabilmenin gerekli olduğu vurgulanmıştır (15).

2.2. Destek Teknolojileri

Destek teknolojileri kişilerin kısıtlılık ve ihtiyaç düzeyine bağlı olarak doğrudan kişiye özel desteği sağlarken, öte yandan kişinin yaşam çevresinin özelliklerine göre çevreyle uyumunu sağlayarak bağımsızlığına katkıda bulunur (16). Destek sistemlerinin kapsamı ve uygulamaları ülkeden ülkeye farklılık göstermekle birlikte, başta İngiltere olmak üzere birçok Avrupa ülkesinde Amerika'da ve Japonya'da destek sistemleri uygulamaları görülmektedir. Bunlar içerisinde yaşlı insanların hayati işlevlerine ait bilgileri toplayan ve sağlık destek merkezlerine ileten ve sürekli durum kontrolünü ve sağlık desteğini internet üzerinden yapabilen uygulamalar görülmektedir (10). Destek teknolojilerinin niteliğini kişisel kıstlamalar ve çevresel kısıtlamalar olmak üzere 2 kaynak belirlemektedir. Destek teknolojilerinin kullanımını yaşa bağlı olarak meydana gelen yetersizlik düzeyi etkilemektedir. Giyilebilir teknolojilerde araçlar, bileklik veya madalyon gibi kişinin üstünde taşıyabildiği gibi kullandıkları araçlara ve protezlere de bağlanabilmektedir. Konutun çeşitli yerlerine yerleştirilen araç ve algılayıcılarla yapılan uygulamalarında ise hareket algılayıcılarının kapı kollarına ve kol saatlerine yerleştirilerek kullanıcıların kalp atışı,kan basıncı, tendeki nemlilik, kan şekeri düzeyi, vücut ısısı gibi verilerin toplanabilmesi sağlanabilmektedir. Böylece genel sağlık durumunda belirlenen bir bozulma karşısında erken önlem alınmasına olanak tanımaktadır. Ayrıca evde yaşayan yaşlıların



Şekil 2. Akıllı Ev Teknolojilerinde Sistem Bileşenleri (21,22).

günlük hareket düzenleri izlenerek yavaşlayan veya ani değişiklik gösteren hareket paternleri belirlenerek kontrollerin yapılması mümkün olmaktadır (17).

Destek teknolojilerinin uygulanabilirliği, kişiye özelleşmiş bir sistem olarak önerilmesi, bilgilendirilme ve farkındalık yaratılması ve erişim sağlanabilirliğiyle mümkün olabilecektir. İlk aşama toplumun bilgilendirilmesi ve talep oluşturulmasıdır. Farkındalık ve talep yaratıldıktan sonra, ikinci aşamada kullanıcı özelliklerini tanımlayarak kişiye ve çevresine uygun çözümleri içeren bir sistemin hazırlığı yapılır. Son aşama ise, destek teknolojilerine erişimin sağlanması ve uygulanmasını içermektedir (10).

2.2.1. Akıllı Ev Uygulamaları

Akıllı ev sistemleri, insanların ihtiyaç ve etkinliklerine cevap veren, bireylerin bilişsel ve fiziksel yapabilirlikleriyle uyumlu sistemlerdir (18). Akıllı ev uygulamaları teknolojik araç ve gereçlerle donatılarak ve tüm donanım birbirine bağlı olarak kontrol edilmektedir. Yaşlı bireylerin aileleriyle, komşularıyla ve çeşitli servis sağlayıcılarla bağlantılarının yanı sıra kültürel, politik veya iş çevreleriyle olan bağlantılar da çeştli yöntemlerle sağlanabilmektedir (19). Tüm bu imkanlar ile yaşlı bireylerin sağlık, güvenlik ve bağımsızlık ihtiyaçları karşılanabilmektedir.

Akıllı ev uygulamaları yaşam kalitesini düzenleyen, bağımsızlığı arttıran ve oluşabilecek tehlikeleri önleyen teknolojiyle donatılmış evlerdir. Demiris ve arkadaşlarının yayınlamış olduğu yaşlı bireyler için akıllı ev uygulamalarını içeren bir sistemik derlemede, fizyolojik monitör oranının % 47 olduğunu ve nabız ölçümü,vücut ısısı, kan basıncı, kan şeker seviyesi gibi fizyolojik ölçümleri içerdiğini, fonksiyonel monitör oranının % 71 olduğunu genel aktivite seviyesi, yürüme, yemek alımı, günlük yaşam aktiviteleri ve düşme gibi acil durumları tespit için veri kaydettiğini, güvenlik monitör oranının % 19 olduğunu yangın gaz sızıntısı su baskını sensörleri içerdiğini otomatik olarak girilen odada ışıkların yanması yatağa girildiğinde ışıkların sönmesi gibi düşmeyi önleyici sistemleri, kognitif ve duyusal yardımcı monitör oranının % 9 olduğunu bilişsel yardım teknolojileri otomatik veya kendinden başlatılan hatırlatmalar (ilaç saati) ve görme işitme ve dokunma duyu kayıpları olan yaşlı bireyler için duyusal yardımcı araçlar içerdiğini belirtmişlerdir (20).

2.3. Geriatrik Rehabilitasyonda Teknolojinin Yeri

Yaşlanmayla birlikte kas kütlesi, kas lifi sayısı ve motor nöron sayısı azalmaktadır. Bunlara bağlı olarak kas kuvveti, gücü ve enduransı da azalmaktadır ve dolayısıyla dengede bozulma ve düşmede artışlar meydana gelmektedir. Hipokampüste daralma, nörotransmitter dengesinde bozulma, nöral plastisitede azalma meydana gelmekte ve bunun sonucunda kognitif bozukluklar ortaya çıkmaktadır (23).

Düzenli egzersiz ve fiziksel aktivitenin, yaşlı bireylerde kas kuvvetini arttırdığı, dengeyi geliştirdiği ve düşme riskini azalttığı kanıtlarda gösterilmiştir. Ayrıca depresyonu azalttığı ve sosyal izolasyonu arttırdığı için yaşam kalitesi arttığı da kanıtlanmıştır. Fakat yaşlı bireylerin egzersize devam etmesi sıkıcı ve motive edici olmamasından dolayı zordur. Son zamanlarda *exergames* yani egzersiz ve oyunun kombinasyonu ortaya çıkmıştır (24).

Chao ve arkadaşları, yaşlı bireylerde *Nintendo Wii Exergames* uygulamalarının etkilerini derlediği sistematik bir derlemede, yaşlı bireylerin egzersize katılma oranlarının ve motivasyonlarının daha yüksek olduğunu ve fiziksel fonksiyonda iyileşme, depresyonda azalma ve yaşam kalitesinde artma olduğunu bildirmişlerdir (25).

Marie Hakim ve arkadaşlarının sunmuş olduğu olguda 76 yaşında bilateral alt ekstremite periferal nöropatisi olan yaşlı birey haftada 2 kez 6 hafta boyunca *Nintendo Wii Exergames* uygulaması ile tedaviye alınmış ve tedavi öncesi ve sonrası bilgisayarlı dinamik postürografi ile değerlendirilmiştir. Tedavi sonunda dengenin olumlu yönde geliştiği kaydedilmiştir (26).

M. Kueider ve arkadaşlarının yaşlı bireylerde bilgisayarlı kognitif eğitimin etkinliğini derledikleri sistematik derlemede klasik kognitif eğitimin reaksiyon süresi,işleme hızı,çalışan hafıza, görsel-uzaysal yetenek ve dikkat üzerine, nörofizyolojik *software* uygulamasının hafıza ve görsel uzaysal yetenekler üzerine , video oyunlarının reaksiyon süresi, işleme hızı ve yönetimsel fonksiyonlar üzerine etkisi olduğunu bildirmişlerdir (27).

3. SONUÇ

Birçok yaşlı kendi ortamında yaşlanmayı tercih eder, bu nedenle yaşlıların kendi çevrelerinde kalabilmeleri için desteklenmesi politika yapıcılar tarafından tercih edilir. Teknoloji yaşlıların bağımsız, aktif ve sağlıklı kalabilmelerinde önemli rol oynar. Gelişen teknoloji hızla geriatrik rehabilitasyonda da yer almaktadır. Egzersizin ve teknoloji destekli oyunlarla birleştirilmesiyle yaşlı bireylerin egzersize katılımı ve motivasyonlarının arttırılması hızla önem kazanmakta ve yaşlı birey-

lerin rehabilitasyonunda kullanımı artmaktadır.

4. TEŞEKKÜR

Seminer konumun oluşturulmasından, sunumuna kadar 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.

5. KAYNAKLAR

1 WHO. (2015) World Report on Aging and Health.
2 Reed, J., Cook, G., Sullivan, A.,Burridge, C. (2003) Making a move: Care-home residents' experiences of relocation. *Ageing and Society*, 23 (02), 225-241.
3 Roelands, M., Van Oost, P., Buysse, A.,Depoorter, A. (2002) Awareness among community-dwelling elderly of assistive devices for mobility and self-care and attitudes towards their use. *Social Science & Medicine*, 54 (9), 1441-1451.
4 Mann, W.C., Ottenbacher, K.J., Fraas, L., Tomita, M.,Granger, C.V. (1999) Effectiveness of assistive technology and environmental interventions in maintaining independence and reducing home care costs for the frail elderly: A randomized controlled trial. *Archives of family medicine*, 8 (3), 210.
5 Arıoğul, S. (2006) Geriatri ve gerontoloji. *Medikal-Nobel Yayıncılık, Ankara*.
6 L. Fozard, J.R., Herman Bouma, JAM Graafmans, James. (2000) Gerontechnology: Creating enabling environments for the challenges and opportunities of aging. *Educational Gerontology*, 26 (4), 331-344.
7 Harrington, T.L.,Harrington, M.K. (2000) Gerontechnology: Why and how.
8 Bouma, H., Fozard, J.L., Bouwhuis, D.G.,Taipale, V. (2007) Gerontechnology in perspective. *Gerontechnology*, 6 (4), 190-216.
9 Dara-Abrams, B. (2008). Toward a model for collaborative gerontechnology: Connecting elders and their caregivers [Bildiri].Sixth International Conference on Creating, Connecting and Collaborating through Computing (C5 2008).
10 Kerbler, B. (2016) An Innovative Built Environment Form For Dwellings For The Elderly. *METU Journal of the Faculty of Architecture*, 31 (1).
11 Micera, S., Bonato, P.,Tamura, T. (2008) Advanced Solutions for an Aging Society. *IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine*, 11.
12 Bock, O., Engelhard, K., Guardiera, P., Allmer, H.,Kleinert, J. (2008) Impact of Cognitive Decay on the Ability to Operate Remote-Controlled Devices While Walking.
13 N, K. (2015) Geriatrik Rehabilitasyonda Bilişim teknolojileri *Uluslararası Engellilerin Sosyal Refahı Açısından Bilgi ve İletişim Teknolojileri Kongresi*
14 Karavidas, M., Lim, N.K.,Katsikas, S.L. (2005) The effects of computers on older adult users. *Computers in human behavior*, 21 (5), 697-711.
15 Peek, S.T., Luijkx, K.G., Rijnaard, M.D., Nieboer, M.E., van der Voort, C.S., Aarts, S. ve diğerleri. (2015) Older adults' reasons for using technology while aging in place. *Gerontology*, 62 (2), 226-237.
16 McCreadie, C.,Tinker, A. (2005) The acceptability of assistive technology to older people. *Ageing and society*, 25 (01), 91-110.
17 Barlow, J., Bayer, S.,Curry, R. (2006) Implementing complex innovations in fluid multi-stakeholder environments: experiences of 'telecare'. *Technovation*, 26 (3), 396-406.
18 Pecora, F.,Cesta, A. (2007) Dcop for smart homes: A case study. *Computational Intelligence*, 23 (4), 395-419.
19 Ocepek, J., Roberts, A.E.,Vidmar, G. (2013) Evaluation of treatment in the Smart Home IRIS in terms of functional independence and occupational performance and satisfaction. *Computational and mathematical methods in medicine*, 2013.
20 Demiris, G.,Hensel, B.K. (2008) Technologies for an aging society: a systematic review of "smart home" applications. *Yearb Med Inform*, 3, 33-40.
21 Chan, M., Campo, E., Estève, D.,Fourniols, J.-Y. (2009) Smart homes—current features and future perspectives. *Maturitas*, 64 (2), 90-97.
22 Tezel, E. (2015) Yaşlıların Akıllı Ev Teknolojileriyle İlgili Tutumları: Destek Teknolojileriyle İlgili Bulgular ve Öneriler. *SDÜ Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 3 (3), 285-292.
23 Knight, J.,Nigam, Y. (2008) Exploring the anatomy and physiology of ageing. Part 1--The cardiovascular system. *Nursing times*, 104 (31), 26.
24 Erickson, K.I., Voss, M.W., Prakash, R.S., Basak, C., Szabo, A., Chaddock, L. ve diğerleri. (2011) Exercise training increases size of hippocampus and improves memory. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108 (7), 3017-3022.
25 Chao, Y.-Y., Scherer, Y.K.,Montgomery, C.A. (2014) Effects of Using Nintendo Wii™ Exergames in Older Adults A Review of the Literature. *Journal of aging and health*, 0898264314551171.
26 Hakim, R.M., Salvo, C.J., Balent, A., Keyasko, M.,McGlynn, D. (2015) Case report: a balance training program using the Nintendo Wii Fit to reduce fall risk in an older adult with bilateral peripheral neuropathy. *Physiotherapy theory and practice*, 31 (2), 130-139.
27 Kueider, A.M., Parisi, J.M., Gross, A.L.,Rebok, G.W. (2012) Computerized cognitive training with older adults: a systematic review. *PloS one*, 7 (7), e40588.

Vibrasyon Temelli Reaksiyon Zamanı Ölçümü ve Eğitimi

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

ÖZET

Reaksiyon zamanı aniden ortaya çıkan ve önceden planlanmamış bir sinyalin oluşmasından, bu sinyale verilen cevaba kadar geçen süredir. Reaksiyon zamanı değerlendirmesi ve eğitimi genellikle görsel ve işitsel uyaranlar ile yapılır. Görsel ve işitsel uyaranlı sistemlerin yanı sıra vibrasyon uyarısı ile de reaksiyon zamanının değerlendirileceği düşüncesindeyiz. Vibrasyon temelli reaksiyon zamanını test eden sistem sayesinde, postüral stabiliteyi sağlama, denge eğitimi ve düşme riskini tahmin etme gibi rehabilitasyon alanında önemli yerleri olan konular hakkında gelişim sağlanabilir. Reaksiyon zamanını vibrasyon uyaranı ile test eden platform özellikle çoklu düşme hikayeleri olan, denge yeteneği zayıf olan ve çeşitli medikal durumlarından dolayı rehabilitasyon programlarına alınan pediatrik hastalara, sporculara, yaşlı kişilere önemli katkılarının olacağı düşüncesindeyiz.

Anahtar kelimeler: Denge, vibrasyon , reaksiyon zamanı, rehabilitasyon

ABSTRACT

Reaction time is the time elapsing between the beginning of the application of a stimulus and the beginning of an organism's reaction to it. Generally, reaction time assessment and training is performed with using visual and auditory stimuli.. We think that reaction time can be assessed with also vibration stimuli in addition to visual and auditorial stimuli. By courtesy of vibration-based reaction time testing, improvement can be ensured about the important fields of the rehabilitation such as providing postural stability, balance training and predicting to falling risk. We believe that vibration-based reaction time testing platforms will make significant contributions to pediatric patients, athletes and elderly people especially who have multiple falling stories, poor balance ability and were included to rehabilitation programs due to various medical conditions.

Key words: balance, vibration, reaction time, rehabilitation

1. GİRİŞ

Reaksiyon zamanı kişiye herhangi bir uyaranın verilmesi ile bu uyarana karşı verilen tepkinin başladığı zaman aralığında geçen süre olarak tanımlanabilir. Bir başka ifade ile, reaksiyon zamanı aniden ortaya çıkan ve tahmin edilmeyen bir sinyalin ulaşmasından, bu sinyale verilen cevaba kadar geçen süredir (1). Günlük yaşam içerisinde veya tehlike ile karşılaştığımız bir çok durumda hızlı motor tepkilere ihtiyaç duyarız. Bu motor tepkilerin hızlı ve doğru şekilde verilmesi çok önem taşımaktadır.

On dokuzuncu yüzyılın ortalarından bu yana, deneysel psikologlarının en önem verdiği konulardan biri reaksiyon zamanı olmuştur. Reaksiyon zamanı araştırmaları, beynin refleks yanıtları hakkındaki birçok noktanın açıklanmasına neden olmuştur. Reaksiyon zamanı ölçümünü istemli bir hareketin yapılışında, performans ölçümünde, kişinin hangi bilgiyi kullandığı ya da nasıl tepki verdiğinin araştırılmasında kullanmışlardır. Bunun yanında kişilerin belirli işlere uygunluğunun belirlenebilmesi için de reaksiyon zaman testleri yapılmaktadır. Reaksiyon zamanı küçük yaşlarda 0.5-0.6 sn. iken, 30 yaşlarına kadar giderek kısalır ve yetişkinlerde 0.1-0.2 sn. civarına ulaşır. Yaşlılarda ise bu sürenin ne kadar uzadığı hakkında henüz bir fikir yoktur. Kişinin uyarana karşı ilk kassal tepkisi veya hareketi gerçekleştirmesi için geçen süreyi belirlemek için kullanılan uyaranlar genellikle işitsel, görsel ve dokunsal olarak tanımlanır. Görsel ve işitsel uyaranlar ile yapılan testler yaygın olarak kullanılırken dokunsal uyaranların kullanıldığı reaksiyon zamanı ölçümüne literatürde rastlanılmamıştır.

2. REAKSİYON ZAMANI

Bütün fiziksel hareketler özünde kuvvet dayanıklılık, sürat, esneklik gibi temel biyomotor öğeleri içerir. Reaksiyon zamanı da merkezi ve periferik sinir sistemi ile kas performansının önemli göstergelerinden biridir (2). Reaksiyon zamanı, uyarının başlama anı ile, tepkinin başladığı an arasında geçen süre olarak tanımlanır. Buna karşın farklı araştırmacılar tarafından farklı şekillerde tanımlanmıştır. Drever'e göre reaksiyon zamanı, algılama ya da herhangi bir şeyi tanıma veya ayırt etme süresidir (3). Terzioğlu ise *refleks zamanı*, bir duyu organı ya da duyu alanına uyaranın verilmesi ile faaliyet organında bir faaliyetin belirmesine veya başlamış faaliyetin sonra ermesine kadar geçen sürede toplam olarak tanımlamıştır (4). Verilen uyaranın merkezi sinir sistemine ulaşmasında ve cevabın effektör organa taşınmasında rol oynayan sinaps ve sinirlerin ileti hızı ile, effektör kasın hızlı veya yavaş kasılan kas olması gibi özellikler insandan insana milisaniyelik farklılıklar ortaya çıkarır (5). İnsanlarda reaksiyon zamanı doğrudan doğruya bilginin iletilme ve işlenme hızıyla ilişkilidir. Bu hız saatte 402 km olmasına rağmen iletinin duyu organlarından beyne, oradan da uygun kas gruplarına yolculuğu belirgin bir süre alır (6). İlk reaksiyon zamanı deneyi, 1950'de H. Van Helmholtz tarafından sinir iletim hızını değerlendirmek için yapılmıştır. Sinir ileti hızının, sanılanın aksine ölçülemeyecek kadar hızlı olmadığını, kurbağa bacağında yaptığı deneyle ortaya koymuştur. Sinir hızının ortalama olarak saniyede 83 metre olduğunu bulmuştur. Bu bulgulara dayanarak insan duyu organlarının uyarılmasına verdiği motor tepki süresini ölçmeye çalışmıştır. Ancak hem bireysel farklılıklar, hem de aynı bireyin farklı zamanlarda farklı performanslar sergilemesi üzerine bu deneylerinden vazgeçmiştir. Fizyolojik açıdan reaksiyon zamanı beş bileşene sahiptir.

1- Reseptör seviyesindeki uyarının ortaya çıkması.
2- Merkezi sinir sistemine uyarının iletilmesi (afferent yollar)
3- Sinir yoluyla taşınan uyarının, effektör organda sinyal oluşturması.
4- Sinyalin merkezi sinir sisteminden kasa taşınması (efferent yollar)
5- Mekanik işin yapılması için kasın uyarılması.

Zamanlama açısından en büyük gecikme üçüncü bileşen esnasında ortaya çıkmaktadır (7). Reaksiyon zamanı, premotor ve motor zamanı kapsamaktadır. Premotor reaksiyon zamanı, uyaranın belirlenmesinden potansiyel kas hareketinin değişikliğine kadar geçen süre, motor reaksiyon zamanı ise, potansiyel kas hareketinden, gerçek hareketin başlamasına kadar geçen süre olarak adlandırılmaktadır (2).

Reaksiyon zaman testleri 2 başlık altında incelenmektedir (8).

2.1. Basit Reaksiyon Zaman Testi

Sadece tek bir uyarana karşı bir cevap oluşturulur. Örneğin; görünen noktayı belirleme, sese tepki verme gibi. Bu işlemler belli bir süre alır ve bu süreye *basit tepki zamanı* (tek bir uyarana tepki) denir (9).

2.2. Seçenekli Reaksiyon Zaman Testi

Seçenekli reaksiyon zaman testinde tepki gösterilmesi gereken uyaranlar (hafıza kümesi) ve tepki verilmemesi gereken uyaranlar (ayırt etme kümesi) vardır. Örneğin; sembol hatırlama veya ses tonu hatırlama gibi. Benzerleriyle karışan işaretlerin hızla fark edilmesi ve en basit motor tepkinin verilmesi gerekir. Farklı uyaranlara tepkinin verilmesiyle, karar verme hızı ve tepki verme seçimi değerlendirilir. Basit reaksiyon zamanı testi ile seçenekli reaksiyon zamanı testi birbirlerinden bazı noktalarda ayrılmaktadır: Basit reaksiyon zamanı testinde, tek bir uyarana "*hızlı*" tepki vermek önemliyken, karmaşık reaksiyon zamanı testinde "*hızlı*" tepki vermekten ziyade, birden fazla uyarana yoğunlaşarak "*doğru*" tepki vermek önem taşımakta, zeka ve hafıza cevapların doğruluğunda rol oynamaktadır (9).

Reaksiyon zamanının uzun olması kişinin uyarana yeterince dikkat vermediğini ve bilgiyi yavaş işlediğinin bir göstergesidir. Örneğin, ders çalışırken herhangi bir uyarana verilen tepki spor yaparken uyarana verilen tepkiden uzun oluyorsa, beynin tepki verme süresi daha uzun olduğu için ders çalışmaya daha fazla dikkat gösterildiği sonucuna varılmıştır. Reaksiyon zamanı testlerinden elde edilen ölçümler aynı zamanda insan beyninin bir işi yaparken bilişsel ve nörolojik işlevselliği hakkında fikir vermektedir (7).

3. REAKSİYON ZAMANINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

3.1. Uyaran tipi

Birçok araştırmacı sese, ışıktan daha hızlı reaksiyon verildiğini onaylamıştır (10). Kosinski, ortalama işitsel reaksiyon zamanının 140-160 ms; görsel reaksiyon zamanının 180-200 ms arasında olduğunu belirtmiştir. Bu durum işitsel uyaranın

beyne 8-10 ms'de, görsel uyaranın ise 20-40 ms'de ulaşması ile açıklanmaktadır (11).

3.2. Uyaran şiddeti

Daha uzun süreli görsel uyaranların daha hızlı reaksiyon zamanlarına sebep olduğu, aynı sonucun işitsel uyaranlar için de geçerli olduğunu savunan çalışmalar vardır (11). Luce, zayıf uyaranın (çok zayıf ışık gibi), daha uzun reaksiyon zamanı oluşturacağını; ancak uyaran belirli bir şiddete ulaştıktan sonra reaksiyon zamanının da sabit kalacağını savunmuştur (12).

3.3. Uyanıklık

Kas gerimini de içeren "uyanıklık" veya "dikkat" durumu, reaksiyon zamanını etkileyen faktörler arasında, üzerinde en fazla durulanlardan biridir. Reaksiyon zamanı, orta dereceli bir uyanıklık halinde en hızlıdır. Denek çok rahat (gevşek) veya çok gergin olduğunda uzar. İşitsel bir uyarana bacak ekstansiyonu ile yanıt verecek olan deneklerde, uyaran öncesinde bacak kaslarına 3 saniyelik izometrik kasılma uyguladıklarında daha hızlı reaksiyon zamanları kaydedilmiştir. Araştırmacılar, kasların ısınmış olması vb. nedenlerle kontraksiyonun daha hızlı olabileceğini düşünmektedir. Ancak, reaksiyon zamanının kontraksiyon öncesi kısmının da daha kısa olduğu saptanmıştır. (13).

3.4. Yaş

Bebeklikten, 20'li yaşların sonlarına dek kısalan basit reaksiyon zamanı; 50'li, 60'lı yaşlara dek yavaşça artar. Yetmiş yaş ve sonrasında ise, daha hızlı bir uzama gösterir. Yaşın bu etkisi, kompleks reaksiyon zamanı deneylerinde daha belirgin olmaktadır (14). Welford, reaksiyon zamanının yaşla uzamasının sebepleri üzerinde durmuş; bunun sadece sinir ileti hızı gibi basit, mekanik faktörlerden ibaret olmayıp; yaşlıların daha dikkatli olmaya ve yanıtlarını daha detaylı vermeye eğilimli olmalarından kaynaklandığını ileri sürmüştür (15). Lajoie ve Gallagher, huzurevlerinde düşme olasılığı olan yaşlıların, bu olasılığı olmayanlardan belirgin olarak daha uzun reaksiyon zamanları olduğunu saptamıştır (16).

3.5.Cinsiyet

Neredeyse her yaş grubunda erkekler kadınlardan daha kısa reaksiyon zamanlarına sahiptir ve kadınların bu dezavantajı pratik çalışma ile dahi giderilememiştir (17,18). Bellis, 7400'den fazla denek ile yaptığı çalışmasında; bir ışığa yanıt olarak bir tuşa basma ile uygulanan testte saptanan ortalama reaksiyon zamanın, erkeklerde 220 ms; kadınlarda 260 ms olduğunu göstermiştir (11). Ses uyaranında bu değerler, erkeklerde 190 ms; kadınlarda ise 200 ms'dir. Kosinski, Engel'in 1972'deki araştırmasına atıfta bulunarak; sese reaksiyon zamanının erkeklerde 227 ms, kadınlarda 242 ms olarak saptandığını belirtmiştir. Ancak Silverman artık kadınların, daha fazla eforlu sporlar yapmasından, araba kullanmasından ve günlük hayata daha fazla katılmasından dolayı, görsel reaksiyon zamanındaki erkek üstünlüğünün giderek azaldığını ileri sürmektedir (19). Barral ve Debu erkeklerin bir hedefe odaklanmakta daha hızlı olduklarını, ancak kadınların daha dikkatli ve detaycı davrandıklarını ileri sürmektedir (20).

3.6. Yorgunluk

Yorgunluk reaksiyon zamanını uzatır. Mental yorgunluk ve özellikle uykulu olma, reaksiyon zamanının uzamasında en yüksek etkiye sahiptir (21). Philip ve arkadaşları, 24 saatlik uykusuzluğun 20–25 yaş arası deneklerde reaksiyon zamanını uzattığını, fakat 52–63 yaş arası deneklerde reaksiyon zamanını etkilemediğini saptamıştır (22). Van den Berg ve Neely, uykusuzluğun deneklerde daha uzun reaksiyon zamanlarına ve 2 saat süren test periyodunda uyaranları kaçırmalarına sebep olduğunu gözlemlemişlerdir (23).

3.7. Dikkat dağınıklığı

Dikkat dağınıklığının reaksiyon zamanını uzattığı bilinen bir gerçektir. Trimmel ve Poelzl, geri plandaki gürültünün, serebral korteksin bazı kısımlarını inhibe ederek; reaksiyon zamanını uzattığını saptamıştır (24).

3.8. Kişilik tipi

Brebner çalışmasında, dışa dönük, sosyal kişilerde reaksiyon zamanının, asosyal kişilere nazaran daha kısa olduğunu bildirmiştir (25). Benzer olarak, Welford ve Nettelback endişeli kişilerin de daha kısa reaksiyon zamanına sahip olduklarını saptamıştır. Ayrıca şizofreniklerin reaksiyon zamanları, normal insanlarınkinden daha uzun bulunmakla birlikte; hata oranlarında sağlıklı bireylere nazaran önemli bir fark saptanmamıştır (15).

4. BİLİNEN REAKSİYON ZAMANI TESTLERİ

4.1. Nelson El Reaksiyon Testi

Nelson'un el reaksiyon testi, cetvel yöntemi kullanılarak ölçülebilir. Denek, ön kol ve el masanın

üzerinde rahat olacak şekilde sandalyeye oturur. Başparmak ve işaret parmak uçları masadan 8-10 cm. dışarıda birbirine paralel olacak şekilde yaklaştırılır. Başparmak ve işaret parmağının üst kısımları birbirine horizontal olmalıdır. Testi uygulayan kişi, test cetvelinin ucundan ve deneğin baş ve işaret parmaklarının arasında olacak şekilde tutar. Deneğin direkt olarak konsantrasyon bölgesine bakması sağlanır (0.120 ve 0.30 çizgileri arsındaki siyah bölge) ve cetvel bırakıldığı zaman cetveli yakalaması söylenir. Beş ölçüm alınarak en iyi ve en kötü değerler atılarak geriye kalan üç ölçümün ortalaması cetvelin düştüğü mesafe olarak kaydedilir. Zaman ölçeğindeki rakamlar saniyenin binde birini temsil eder (26).

4.2. Nelson Ayak Reaksiyon Testi

Nelson ayak testi için, denek ayak ucu 2.5 cm, topuk kısmı 5 cm olacak şekilde duvar karşısına oturur. Deneğe konsantrasyon bölgesine (0.120 ve 0.30 çizgileri arsındaki siyah bölge) bakması ve hazır komutundan sonra düşen cetveli ayak ucu ile duvara sıkıştırarak tutması söylenir. Cetvel üzerindeki ayak ucunun gösterdiği yer sonuç olarak kaydedilir. Beş ölçüm yapılarak en iyi ve en kötü değerler atıldıktan sonra geriye kalan 3 ölçümün ortalaması, cetvelin düştüğü mesafe olarak kaydedilir (26).

4.3. La Fayette Çok Seçenekli Reaksiyon Zamanı Testi

Elektronik bir alet olup iki parçadan oluşur ve zamanı msn değerinde verir. Birinci kısım, testi yapan kişi tarafından belirlenen işitsel (ses) ya da görsel (ışık) uyarılara karşı deneğin parmağıyla basacağı bölümdür. İkinci kısım ise deneğe gönderilen görsel ya da işitsel uyarı şekli ve sayısının ayarlandığı bölümdür. Test sırasında denek ve testi yapan kişi karşılıklı masada otururlar ve testi yapan kişi testi yönlendirir. Araç görsel veya işitsel basit (tek ses, tek ışık) reaksiyon süresini ve görsel seçmeli (iki ışıktan biri) reaksiyon süresini ölçmektedir. Uyarı sayısı ve uyarı aralıkları rastgele ayarlanabilmektedir (27).

5. GÖRSEL VE İŞİTSEL UYARAN DIŞINDA BİR UYARI: *VİBRASYON*

Titreşim, bir cismin statik konumuna göre düzenli veya düzensiz olarak oluşturduğu periyodik hareketlerle meydana gelen mekanik salınımlar olarak tanımlanmaktadır (28). İnsan vücudunda titreşim, vücut ile temas eden bir araç ya da mekanizmanın periyodik hareketleriyle oluşmaktadır. Genlik ve frekansa sahip salınımlı bir hareket olan titreşim, bir cismin pozitif ve negatif yöndeki en büyük yer değiştirmesi olarak da tanımlanır. Titreşimin genliği ve salınımın büyüklüğünü milimetre (mm) cinsinden belirlenirken, birim zamanda tamamlanan titreşim sayısı da titreşim frekansı olarak adlandırılır. Frekansın birimi Hertz (Hz) olarak ifade edilir (29).

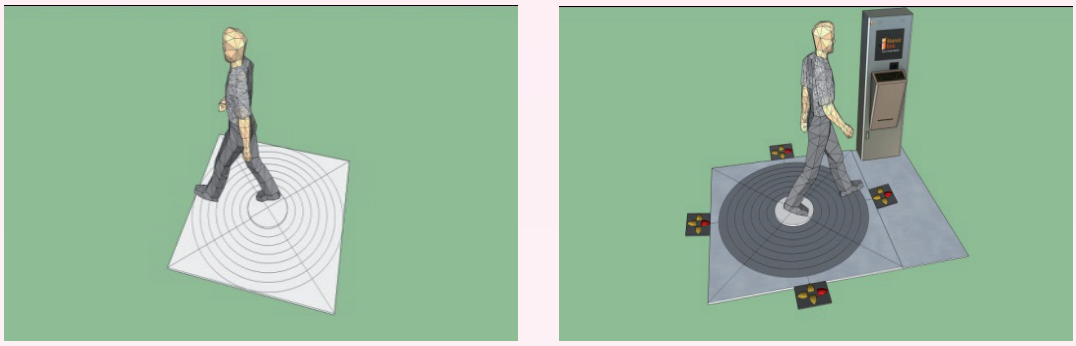
Araştırmacılar, en hızlı reaksiyon tepkisinin ortaya çıkmasına neden olan uyaranları sırasıyla: *dokunsal, işitsel* ve sonra da *görsel* uyaranlar şeklinde belirtmişlerdir (10, 30). Nörolojik açıdan, bir uyaranın aktarımında, sinapsların sayısı ne kadar az olursa, duyu sinirlerinin bilgiyi uygun supraspinal merkeze göndermesi de o kadar hızlı olur. Dokunsal uyaranın alımından, somatosensoriyel kortekse ulaştırılmasına kadar olan sinapsların sayısı, işitsel veya görsel uyaranların kortekse ulaşmasını sağlayan sinaps sayısından daha azdır.

Vibrasyon duyusu derin duyunun bileşenlerindendir. Derin duyu; başlıca kas, ligament, kemik, tendon ve eklemlerden gelen duyulardır. Bunlar hareket ve pozisyon duyusu, vibrasyon duyusu, bası ve derin ağrı duyularını içerir. Bu duyu türlerine bilinçli duyu adı verilir. Titreştirilmiş 128 veya 256 Hz frekanslı bir diyapazon ile elde edilir (31).

6. TİTREŞİM TEMELLİ VİBRASYON PLATFORMU

Reaksiyon zamanı ölçüm testlerinde ilk zamanlarda daha basit ölçüm araçları kullanılmasına rağmen günümüzde daha kapsamlı ve hassas aletlere ihtiyaç duyulmaktadır. Reaksiyon zamanını değerlendirebilmek için planladığımız bu platformda tepkinin ortaya çıkması için seçilen uyaran vibrasyondur. Reaksiyon süresini ölçebilmeyi ve geliştirebilmeyi amaçlayan teknik sistem şu şekildedir:

Kişi mat benzeri düzeneğin üzerinde ayakları omuz genişliğinde açık şekilde ayakta durur. Yatay bir platforma vertikal düzlemde dört yönlü yerleştirilen titreşim çubuklarının aktive olması ile düşük genlik ve yüksek frekansta üretilen vibrasyon uyaranı alfa motor nöronları uyarır. Bu uyarı üst merkezlere taşınıp taban altından gelen vibrasyon uyaranın yönü analiz edilerek motor hareket tepkisi oluşması beklenir. Titreşim uyaranı hangi yönden geldiyse denek ayağını o yöndeki alana basar. Uyarının algılanması ve hareketin ortaya çıkıp tamamlanma süresi milisaniye cinsinden kayıt edilir (Şekil-1).



Şekil-1. Vibrasyon temelli reaksiyon zamanı test platformunun üç boyutlu resimleri

Reaksiyon zamanını test etmek ve bununla birlikte kişiye uygun eğitimi verebilmek temel hedeflerimizdir. Bu teknik bizlere objektif veri sağlayacak, kolay uygulanabilir, portatif, ekonomik ve kısa zamanda uygulanabilen, çıktılarını alabileceğimiz ve mevcut teknolojiler ile üretilebilecektir. Bu sistemin ortaya koyulmasından sonra sonuçlarını merak ettiğimiz başlıca araştırma konularımız ise şu şekildedir;

- Yaşlılarda düşmeleri azaltacak, dengeyi arttıracak bir eğitim programı oluşturmak
- Kognitif eğitim
- Çift görev (dual task) egzersizleri
- Yaşlılarda alt ekstremite propriosepftif eğitim
- Ayak taban duyusu eğitimi
- Az görenlerde reaksiyon zamanı değerlendirmesi ve eğitimi

7. SONUÇ

Reaksiyon zamanı, bir uyaranın uygulanması ile tepkinin başlatılması arasında geçen süredir. Mevcut reaksiyon zamanı testlerinde iyi bir görme ve/veya işitme yeteneği gerekirken vibrasyon temelli reaksiyon zamanı testi ile, özellikle de yaşlı kişilerin denge, koordinasyon becerileri vibrasyon uyarısı ile değerlendirilip geliştirilebilecektir. Ayrıca vibrasyon uyarısı ile az gören ve/veya işiten bireylerde de reaksiyon zamanı ölçümü yapılabilecektir. Reaksiyon zamanı testini daha iyi imkanlarla yapabilmek ve objektif verileri toplamak için geliştirdiğimiz platformun taşınabilir olması ve testin birçok disiplin tarafından yapılabilmesi büyük kolaylık sağlamaktadır. Vibrasyon uyaranı ile reaksiyon sürelerinin milisaniye cinsinden kaydedildiği platformun test sonuçlarının, bir veri tabanı içerisinde tutulabilmesi, raporlama ve istatistik değerleri de sunması önemlidir. Fizyoterapi ve rehabilitasyonun çok çeşitli konularında test ve eğitim imkanı bu yeni sağlayan sistemin klinik ve akademik yönden önemli katkılarının olacağını düşünmekteyiz.

8. KAYNAKLAR

1 Atan, T.,Akyol, P. (2014) Reaction Times of Different Branch Athletes and Correlation between Reaction Time Parameters. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 2886-2889.

2 Schmidt, R.A.,Lee, T. (1988) Motor control and learning. Champaign. *IL: Human Kinetics*.

3 Drever, J. (1968). Dictionary of psychology.: Penguin Books.

4 Terzioğlu, M. (1974). Fizyoloji ders kitabı: İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi.

5 Ganong, W.F.,Barrett, K.E. (1995). Review of medical physiology: Appleton & Lange Norwalk, CT.

6 Saxena, C., Kaur, R.,Arun, P. (2008) Reaction time of a group of physics students. *Physics Education*, 43 (3), 309.

7 Hall, J.E. (2015). Guyton and Hall textbook of medical physiology: Elsevier Health Sciences.

8 Luce, R.D. (1986). Response times: Oxford University Press.

9 Ulu, F. (2009) İnsanda reaksiyon zamanını ölçen bir sistem tasarımı ve uygulaması.

10 Eckner, J.T., Richardson, J.K., Kim, H., Joshi, M.S., Oh, Y.K.,Ashton-Miller, J.A. (2015) Reliability and criterion validity of a novel clinical test of simple and complex reaction time in athletes. *Perceptual and motor skills*, 120 (3), 841-859.

11 Kosinski, R.J. (2008) A literature review on reaction time. *Clemson University*, 10.

12 Luce, R.D. (1986). Response times: Their role in inferring elementary mental organization: Oxford University Press on Demand.

13 Lally, M.,Nettelbeck, T. (1977) Intelligence, reaction time, and inspection time. *American Journal of Mental Deficiency*.

14 Deary, I.J.,Der, G. (2005) Reaction time, age, and cognitive ability: Longitudinal findings from age 16 to 63 years in representative population samples. *Aging, Neuropsychology, and cognition*, 12 (2), 187-215.

15 Welford, A.T. (1952) The 'psychological refractory period'and the timing of high□speed performance—a review and a theory. *British Journal of Psychology. General Section*, 43 (1), 2-19.

16 Lajoie, Y.,Gallagher, S. (2004) Predicting falls within the elderly community: comparison of postural sway, reaction time, the Berg balance scale and the Activities-specific Balance Confidence (ABC) scale for comparing fallers and non-fallers. *Archives of gerontology and geriatrics*, 38 (1), 11-26.

17 Botwinick, J.,Thompson, L.W. (1966) Components of reaction time in relation to age and sex. *The Journal of genetic psychology*, 108 (2), 175-183.

18 Der, G.,Deary, I.J. (2006) Age and sex differences in reaction time in adulthood: results from the United Kingdom Health and Lifestyle Survey. *Psychology and aging*, 21 (1), 62.
19 Silverman, I.W. (2006) Sex differences in simple visual reaction time: A historical meta-analysis. *Sex roles*, 54 (1-2), 57-68.
20 Barral, J.,Debu, B. (2004) Aiming in adults: Sex and laterality effects. *Laterality: Asymmetries of Body, Brain and Cognition*, 9 (3), 299-312.
21 Stuss, D., Stethem, L., Hugenholtz, H., Picton, T., Pivik, J.,Richard, M. (1989) Reaction time after head injury: fatigue, divided and focused attention, and consistency of performance. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 52 (6), 742-748.
22 Ratcliff, R.,Smith, P.L. (2004) A comparison of sequential sampling models for two-choice reaction time. *Psychological review*, 111 (2), 333.
23 van den Berg, J.,Neely, G. (2006) Performance on a simple reaction time task while sleep deprived. *Perceptual and motor skills*, 102 (2), 589-599.
24 Trimmel, M.,Poelzl, G. (2006) Impact of background noise on reaction time and brain DC potential changes of VDT-based spatial attention. *Ergonomics*, 49 (2), 202-208.
25 Brebner, J. (1980) Reaction time in personality theory. *Reaction times*, 309-320.
26 Ergun, N.,Baltacı, G. (1997) Spor yaralanmalarında fizyoterapi ve rehabilitasyon prensipleri. *Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Yayınları*, 2, 39-41.
27 Taş, M., Sevim, O., Akyüz, M., Akyüz, Ö.,Taş, R. (2011) Determination of physical fitness profiles of female basketball players in the universities' super league and associating the profiles with the body compositions. *Journal of Human Sciences*, 8 (2), 834-844.
28 Cardinale, M.,Bosco, C. (2003) The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and sport sciences reviews*, 31 (1), 3-7.
29 Jordan, M.J., Norris, S.R., Smith, D.J.,Herzog, W. (2005) Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19 (2), 459-466.
30 Batra, A., Vyas, S., Gupta, J., Gupta, K.,Hada, R. (2014) A comparative study between young and elderly indian males on audio-visual reaction time. *Indian Journal of Scientific Research and Technology*, 2 (1), 25-29.
31 Bosco, C., Cardinale, M.,Tsarpela, O. (1999) Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 79 (4), 306-311.

Fetal Spontan Motor Hareketlerin (General Movements) Değerlendirilmesi

Fzt Bilge Nur Yardımcı
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
e-mail: bilgenuryardimci@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Bebeklerde nörolojik disfonksiyonun prenatal dönemden kaynaklı görülme olasılığının yüksek olduğu bilinmektedir. Prenatal dönemdeki fetüsün durumu doğumdan sonra infantın klinik sonuçları ile ilişkilidir. Bu nedenle beyin hasarı prenatal dönemde meydana gelmiş ise fetal General Movements (GMs) değerlendirmesi ile nörolojik sonuçları değerlendirmek mümkündür. GMs uzun yıllardır Serebral Palsi ve nörolojik bozuklukları en erken dönemde tespit etmek için kullanılan yüksek derecede geçerlik ve güvenirliğe sahip bir değerlendirme yöntemidir. Sıklıkla doğumdan sonra değerlendirilen GMs fetal dönemde ki değerlendirmesi ile de bebeğin henüz anne karnında iken hareketleri ile ilgili bilgi sahibi olmamızı sağlayabilmektedir. Fetal dönem ile ilgili yapılan kısıtlı sayıda çalışma olsa da son yıllarda fetal GMs değerlendirmesinin önemli olduğu vurgulanmaktadır. Fetal GMs değerlendirmesi interdisipliner bir yaklaşım gerektirmekte ve bu konu ile ilgili daha ileri, ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Fetal, spontan motor hareketler, nörolojik defisit, yüksek riskli infant, serebral palsi

ABSTRACT

There is known to have a high incidence of neurological dysfunction stemming from the prenatal period in babies. The status of fetus in perinatal period is associated with clinical outcomes in infants. Therefore, if the brain damage occurs in prenatal period, neurological outcome can be evaluated with fetal General Movements (GMs) assessment. GMs is an assessment method with a high degree of validity and reliability and has been used for many years to detect cerebral palsy and neurological disorders in the earliest stage. GMs, frequently evaluated after birth, can also allow us to have information about the movements when baby in the womb with the evaluation of the fetal period GMs. Although there have been a limited number of studies on the fetal period, the importance of fetal GMs assessment is emphasized in recent years. An interdisciplinary approach and detailed, further studies are required on Fetal GMs assessment.

Key Words: Fetal, general movements, neurologic deficits, high-risk infants, cerebral palsy

1. GİRİŞ

1980'li yıllarda fetal çalışmalarla başlayan ve bebeklerde Spontan motor hareketlerin değerlendirilmesinde (General Movements – GMs) kullanılan Prechtl Analizi, son 25 yılda gelişmekte olan beyni anlamada bir anahtar olarak görülmektedir. Bu yaklaşım refleksler, tonus ve reaksiyonlar yerine bebeğin spontan hareketlerine odaklanmaktadır (1).

Yüksek güvenirlik ve geçerliğe sahip, hızlı, invaziv olmayan, ucuz bir değerlendirme yöntemi olan bu analizin, Serebral Palsi ve gelişimsel bozuklukları "en erken dönemde en iyi tahmin eden" yöntem olduğu kanıtlanmıştır (2). Günümüze kadar GMs ile ilgili preterm, term ve postterm dönemlerde yapılan pek çok çalışmada GMs'de ilk 5 ayda tespit edilen nörolojik defisitin, daha sonraki yaşlarda nörolojik sonuçlar ile kesin uyum gösterdiği belirtilmiştir (3-5). Son yıllarda yapılan fetal dönem GMs ile ilgili çalışmalarda spontan hareketlerin kalitesi sonraki dönemlerde bebeğin klinik durumu ile yüksek derecede korelasyon göstermiştir (6).

Fetal dönem GMs postmensturel 9. haftadan doğuma kadar geçen süreçte bebeğin hareketlerinin dinamik değişkenleri hakkında bilgi veren 2 boyutlu (2D) veya 4 boyutlu ultrason (4D) ile değerlendirilmektedir. Beyin hasarı doğumdan

önce meydana gelmiş ise; fetal dönem GMs değerlendirmesinin nörolojik sonuçları değerlendirmek için önemi vurgulanmıştır. Konu araştırmaya çok açık olmakla beraber, henüz riskli bebekler için doğum sonrası değerlendirme kadar rutin nörolojik değerlendirmenin bir parçası olacak kadar sık kullanılmamaktadır.

2. SPONTAN MOTOR HAREKETLERİN (GENERAL MOVEMENTS-GMS) DEĞERLENDİRMESİ

Heinz Prechtl tarafından geliştirilen, bebek ve fetüslerde fonksiyonel bozuklukların erken dönemde tespitinde sıklıkla kullanılan spontan motor hareketlerin değerlendirmesi "General Movements" (GMs) uzun yıllardır yaygın olarak kullanılmaktadır. Riskli bebeklerin erken rehabilitasyona yönlendirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır (1).

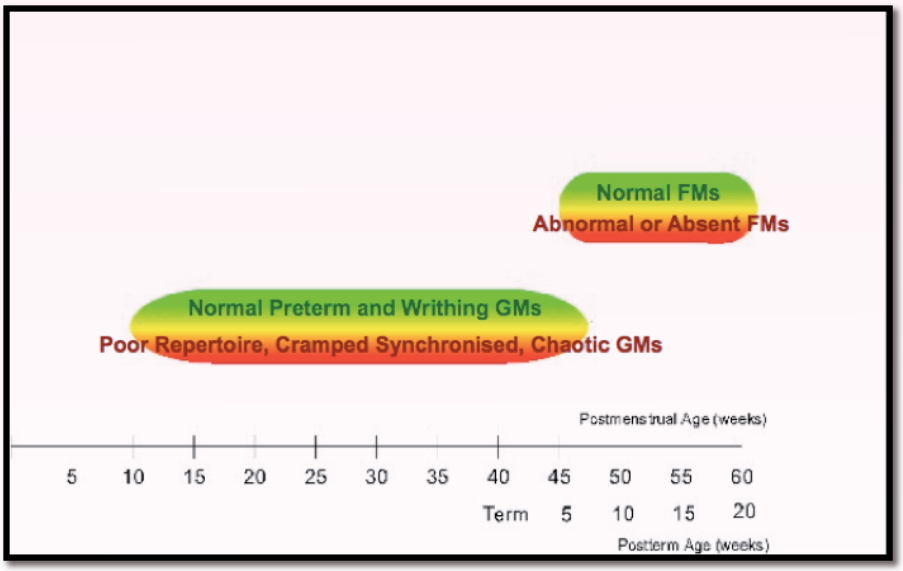
GMs değerlendirmesi "preterm", "writhing" ve "fidgety" olarak 3 dönem altında incelenmektedir. Nöral fonksiyonlardaki major geçiş postterm 2. ayın bitimi, 3. ayın başlangıcında olduğu belirtilmiştir. Preterm ve writhing dönem postterm 8. haftaya kadar devam etmekte ve postterm 9. haftadan sonra fidgety dönem başlamaktadır. Her dönemin normal ve anormal olarak değerlendirilebileceği süreler ve formlar vardır (1,7) (Şekil 1).

Literatürde GMs ile ilgili yapılmış ve GMs değerlendirmesinin yüksek derecede geçerliği ve güvenirliğini kanıtlamış pek çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Noble ve ark.'ları tarafından 2011 yılında yapılmış bir derlemede de preterm bebeklerde düzeltilmiş 4. aya kadar kullanılan değerlendirme yöntemleri incelenmiştir. Dahil edilen bütün değerlendirme yöntemlerinin yeterli içeriği ve geçerliğinin mevcut olduğu bildirilmiştir. Ancak içlerinde tahmin değeri en yüksek olanın GMs değerlendirmesi olduğu vurgulanmıştır. On ikinci ve 24. aylarda SP tanısı koymakta GMs değerlendirmesinin sensivitesinin %100 olduğu da belirtilmiştir (9).

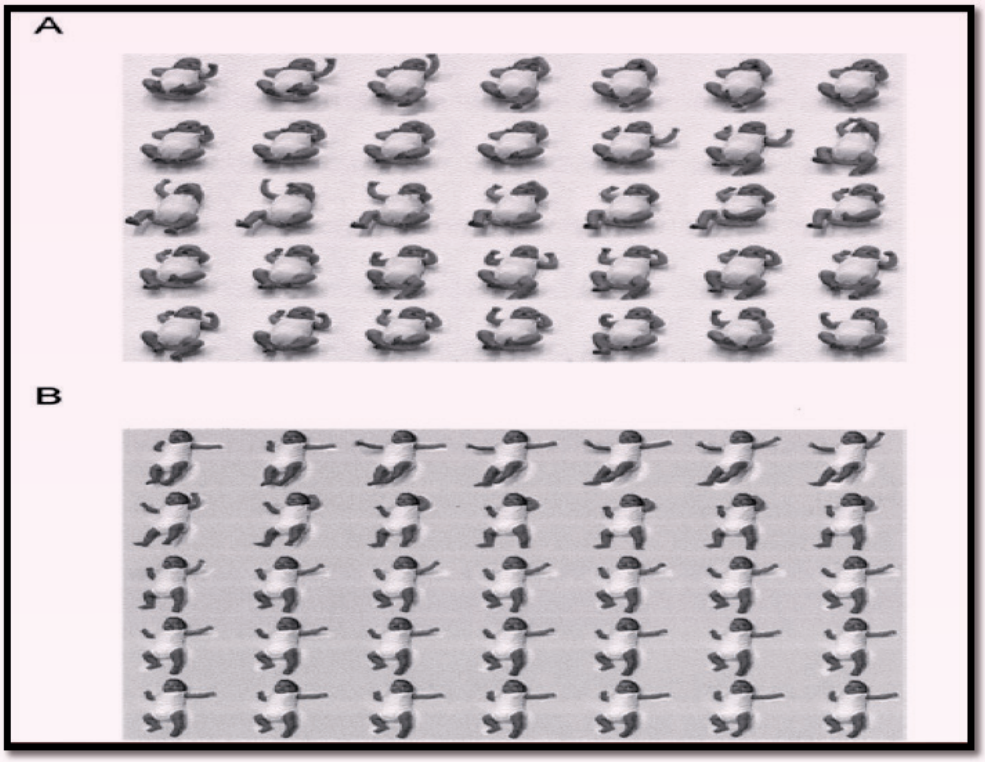
Herhangi bir dönemde normal bir GMs değişkenlik, karmaşıklık ve akıcılık ile karakterizedir (2). Hadders-Algra ve ark.'ları tarafından video kayıttan oluşturulan Şekil 2'deki görüntü iki bebeğin GMs görüntülerinden kesitler içermektedir (10). İki bebekte 3 aylıktır. Video kaydın toplam süresi 8.16 saniyedir ve görüntüler arasında 0.24 saniye ara vardır. A'da ki bebek term doğumlu olup normal GMs göstermektedir. B'de ki bebek ise; 28 hafta doğumlu prematüre bir bebektir ve anormal GMs göstermektedir. İki bebeğinde ilk görüntüleri sol kol köşede olarak başlamakta ancak B'deki bebeğin kesitsel görüntülerinde hareketlerin değişkenlikten yoksun olduğu belirgin olarak görülmektedir (10).

3. FETAL HAREKETLER

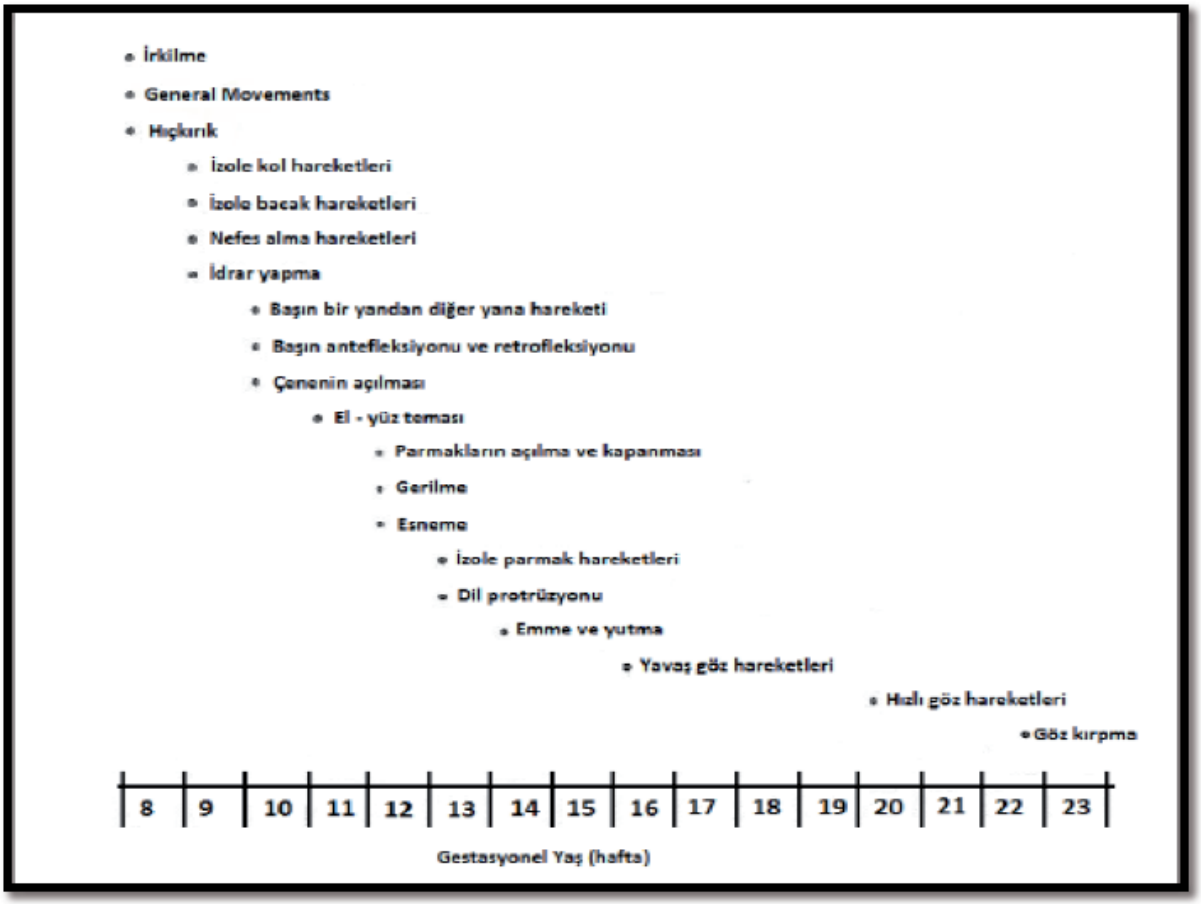
Fetal hareketler ile ilgili ilk yazılı kaynaklar çok eskilere dayanmaktadır. Ancak 1971 yılında Emil Reinold ile ilk sonar çalışmalar ortaya çıkmıştır (11). Reinold iki hareket tarif etmiştir: (i) kısa bir impuls ile başlayan ve hareketsiz bir faz ile biten canlı hareketler, (ii) yavaş ve tembel bir hareket ve genellikle 1 – 5 dakika dinlenme takip eden hareketler (12). Son olarak Reinold çalışmalarında fetüsde gözlemlenen hareketlerin dış uyaranların



Şekil 1. General Movements Gelişimi (8)



Şekil 2. General Movements Kesitsel Görüntüsü (10)



Şekil 3. Fetal Hareketlerin Gelişimi (11,14,15)

etkisinden ziyade spontan olarak gerçekleştiğini belirtmiştir (11).

Fetal hareketler ile ilgili araştırmalar devam ederken bundan sonraki önemli gelişmeler 1980'li yıllarda ultrasonun ortaya çıkması ile gerçekleşmiştir (11). Van Dongen ve Goudie gestasyonel 6. haftada kalp atışlarının başladığını ve gestasyonel 7,5. haftada fetüsde minik minik hareketlerin başladığını gözlemlemişlerdir (13).

Spesifik spontan ve fetal hareket paternlerinin ilk ortaya çıkma süreçleri Prechtl ve Vries tarafından aşağıda Şekil 3'deki gibi şematize edilmiştir. GMs insan fetüsünde gelişen ilk hareketlerdir ve izole ekstremite hareketlerinden önce ortaya çıkar (14,15). İstemli ve amaca yönelik hareketlerin başlaması ile de kaybolur (14,16).

3.1. Fetal Spontan Motor Hareketler (GMs)

Gestasyonel 8. hafta da bütün vücut yavaş bir şekilde hareket etmeye başlar fakat bu belli bir hareket sınırı içindedir (14). Bu dönemde hareketlerde ayırt edici bir patern veya vücut bölümlerinin bir sekansı yoktur (18). Sadece bir hafta sonra, gestasyonel 9. haftada, hareketlerin hızı, amplitüdü ve yönünde küçük küçük değişiklikler görünmeye başlar. GMs'deki bu önemli derecede ki değişiklikler sadece hız, amplitüd ve yönde değil harekete katılan vücut parçalarının sekanslarında da görülür (18). Gestasyonel 10-12. haftada GMs daha kuvvetli ve belirgin duruma gelir. Gövde, baş, ekstremitelerin hareketleri hızlı fakat akıcı bir görünüme sahip olur. GMs artık sık sık fetal pozisyonda değişikliğe sebep olmaya başlar. Gestasyonel 12. haftadan sonra, GMs'in hızı ve amplitüdü daha değişken bir hale gelir. Bu dönemde GMs'in süresi 1 dakikadan başlayarak 4 dakikaya kadar sürebilmektedir. Hareketlerdeki bu değişkenliğe rağmen GMs her zaman zarif ve akıcı bir görünüme sahiptir (14,18). Reynoso ve ark.'ları (19) çalışmalarında ikinci trimester boyunca fetüslerin motor davranışlarını incelemişlerdir. Çalışmaya dahil edilen on üç fetüs 12, 16, 20, 24 haftalarda değerlendirilmiştir. GMs dört değerlendirme boyunca çoğunlukla bütün fetüslerde gözlemlenmiştir. Bununla birlikte önceki haftalar ile karşılaştırıldığında 24. haftada motor hareketlerin biraz daha az oranda olduğu belirtilmiştir. Çalışmanın sonucunda GMs'in gestasyonel dönemde de anormal olması veya görülmemesinin erken dönemde patoloji göstergesi olarak vurgulanmıştır (19). Üçüncü trimester süresince uterusun alanının giderek limitlenmesiyle birlikte GMs de azalma görülmektedir (20). GMs'in bu karmaşıklığı ve değişkenliği genç sinir sisteminin bütünlüğünü gösteren bir göstergedir (21).

Günümüzde artan kanıtlara göre; beyin hasarının doğumdan önce meydana gelme oranının yüksek olduğu gösterilmiştir (22). Bununla birlikte doğumdan önce fetüs hareketlerinin kalitesi doğum sonrasında klinik durum ile yüksek derecede ilişkili olduğu da kanıtlanmıştır (6). Fetüslerde GMs analizi ve GMs'in beyin hasarını tahmin etme değerini inceleyen bir çalışmada periventriküler bölge, bazal ganglion/talamik alan ve ventriküler sistem de değişiklikleri olan 121 fetüs gestasyonel 26 – 34 hafta arasında değerlendirilmiştir (22). Abnormal GMs ile amniyon sıvısının az olması ve annenin hipertansif bozuklukları arasında korelasyon bulunmuştur. GMs'in sensitivitesi bütün bölgelerin orta dereceli ekojenite değişikliklerinde 0.65 olarak bulunmuştur. Sensitivite değeri periventriküler bölge değişikliklerinde 0.85, intraventriküler ve bazal ganglion/talamik bölge değişikliklerinde ise 0.44 olarak bulunmuştur (22). Uzun yıllardır doğumdan sonra beşinci aya kadar kullandığımız GMs değerlendirmesinin fetal hayat sürecinde de nörolojik disfonksiyonu gösterebilmesi açısından önemli olduğu belirtilmiştir (22).

4. ULTRASON ÇEŞİTLERİ

Ultrason, görüntü elde etmek için yüksek frekanslı ses dalgalarının yansımasını kullanan bir teknolojidir. Ultrason gebelik sırasında da çeşitli durumlar için kullanılabilmektedir (23). İki boyutlu (2D) ultrasonun gelişmesi ile birlikte fetüsün intra-uterin dönemde görüntülenmesi ve fetal aktivitenin değerlendirilmesi yapılabilmektedir. Ultrasonik çalışmalar fetal intrauterin aktivitelerin büyüleyici çeşitliliğini ortaya koymuştur (2). Ancak 2D ultrason bilgi için gözlemci yorumu içermesi nedeniyle subjektif olarak kabul edilmiştir. İki boyutlu ultrason bebeğin anne karnındaki gölgesini gösterir gibi siyah beyaz olmaktadır. Günümüze kadar bu engelleri aşmak için yeni ultrasonik yöntemler ve teknikler geliştirilmiştir (24).

Üç boyutlu (3D) ultrason 20 yıldan fazla süredir kullanılmaktadır. Üç boyutlu (3D) ultrason görüntünün dondurulması şeklinde elde edilmektedir. Hareket hakkında veya herhangi bir dinamik değişken hakkında bilgi vermemektedir (24). Son dönemlerde ise dört boyutlu (4D) ultrason geliştirilmiştir. Dört boyutlu (4D) ultrason fetal hareketleri görüntüleme şansı vererek hareketlerin dinamik değişkenleri hakkında da bilgi vermektedir. Dört boyutlu (4D) ultrasonda zaman, 3D ultrasonun görüntü dizisi içine aktarılarak bir parametre haline gelmiştir (24).

5. SONUÇ

Riskli bebekler çeşitli nedenlere bağlı olarak gelişim geriliğinin görüldüğü geniş bir heterojen gruptan oluşmaktadır. Günümüz literatüründe bu bebeklerin büyük bir kısmını prenatal faktörlerden etkilenen bebeklerin oluşturduğu belirtilmektedir. GMs değerlendirmesi ile bu bebekleri doğumdan sonra en erken dönemde tespit ederek erken rehabilitasyon için yönlendirmek uzun yıllardır kullandığımız bir yöntemdir. Ancak yaşamın daha da erken döneminde, bebek henüz anne karnında iken bebeğin doğumdan sonraki nörolojik durumunun tahminini günümüzde yapmak mümkündür. Fetal dönem GMs değerlendirmesi ile anne karnındaki fetüsün hareketleri bize önemli bilgiler vermektedir. Fetal GMs prospektif ve prognostik bilgi sağlamaktadır. Literatürde fetal dönem GMs ile ilgili yapılan çalışma sayısı kısıtlı olmakla beraber fetal GMs değerlendirmesinin daha sonraki klinik durum hakkında bilgi verebileceği kanıtlanmıştır. Fetal GMs değerlendirmesi kadın doğum uzmanı, radyolog ve bir fizyoterapist ile interdisipliner bir yaklaşım gerektirmektedir.

5. TEŞEKKÜR

Bu alanda bana çalışma imkanı veren ve olanak sağlayan hocalarım Dr. Fzt. Özgün Kaya Kara'ya, Doç. Dr. Akmer Mutlu'ya ve Prof. Dr. Ayşe Livanelioğlu'na teşekkür ederim.

7. KAYNAKLAR

1.Einspieler, C., Prechtl, H.F., Ferrari, F., Cioni, G.,Bos, A.F. (1997) The qualitative assessment of general movements in preterm, term and young infants--review of the methodology. *Early Hum Dev*, 50 (1), 47-60.

2.Prechtl, H.F. (1990) Qualitative changes of spontaneous movements in fetus and preterm infant are a marker of neurological dysfunction. *Early Hum Dev*, 23 (3), 151-158.

3.Oberg, G.K., Jacobsen, B.K.,Jorgensen, L. (2015) Predictive Value of General Movement Assessment for Cerebral Palsy in Routine Clinical Practice. *Phys Ther*, 95 (11), 1489-1495.

4.Spittle, A.J., Spencer-Smith, M.M., Cheong, J.L., Eeles, A.L., Lee, K.J., Anderson, P.J. ve diğerleri. (2013) General movements in very preterm children and neurodevelopment at 2 and 4 years. *Pediatrics*, 132 (2), e452-458.

5.Ferrari, F., Cioni, G., Einspieler, C., Roversi, M.F., Bos, A.F., Paolicelli, P.B. ve diğerleri. (2002) Cramped synchronized general movements in preterm infants as an early marker for cerebral palsy. *Arch Pediatr Adolesc Med*, 156 (5), 460-467.

6.Sival, D.A. (1993) Studies on fetal motor behaviour in normal and complicated pregnancies. *Early Hum Dev*, 34 (1-2), 13-20.

7.Prechtl, H.F., Einspieler, C., Cioni, G., Bos, A.F., Ferrari, F.,Sontheimer, D. (1997) An early marker for neurological deficits after perinatal brain lesions. *Lancet*, 349 (9062), 1361-1363.

8.Einspieler, C.,Prechtl, H.F. (2005) Prechtl's assessment of general movements: a diagnostic tool for the functional assessment of the young nervous system. *Ment Retard Dev Disabil Res Rev*, 11 (1), 61-67.

9.Noble, Y.,Boyd, R. (2012) Neonatal assessments for the preterm infant up to 4 months corrected age: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*, 54 (2), 129-139.

10.Hadders-Algra, M. (2001) Evaluation of motor function in young infants by means of the assessment of general movements: a review. *Pediatr Phys Ther*, 13 (1), 27-36.

11.Einspieler, C., Prayer, D., & Prechtl, H. F. R. Fetal behaviour: a neurodevelopmental approach.

12.Reinold, E. (1971) [Fetal movement during early pregnancy]. *Z Geburtshilfe Gynakol*, 174 (2), 220-225.

13.Van Dongen, L.G.,Goudie, E.G. (1980) Fetal movement patterns in the first trimester of pregnancy. *Br J Obstet Gynaecol*, 87 (3), 191-193.

14.de Vries, J.I., Visser, G.H.,Prechtl, H.F. (1982) The emergence of fetal behaviour. I. Qualitative aspects. *Early Hum Dev*, 7 (4), 301-322.

15.Ianniruberto, A.,Tajani, E. (1981) Ultrasonographic study of fetal movements. *Semin Perinatol*, 5 (2), 175-181.

16.Hadders-Algra, M.,Prechtl, H.F. (1992) Developmental course of general movements in early infancy. I. Descriptive analysis of change in form. *Early Hum Dev*, 28 (3), 201-213.

17.de Vries, J.I., Visser, G.H.,Prechtl, H.F. (1985) The emergence of fetal behaviour. II. Quantitative aspects. *Early Hum Dev*, 12 (2), 99-120.

18.Luchinger, A.B., Hadders-Algra, M., van Kan, C.M.,de Vries, J.I. (2008) Fetal onset of general movements. *Pediatr Res*, 63 (2), 191-195.

19.Reynoso, C., Crespo-Eguílaz, N., Alcázar, J.,Narbona, J. (2015) Motor behaviour of human foetuses during the second trimester of gestation: A longitudinal ultrasound study. *Anales de Pediatría (English Edition)*, 82 (3), 183-191.

20.Prechtl, H.F., Fargel, J.W., Weinmann, H.M.,Bakker, H.H. (1979) Postures, motility and respiration of low-risk pre-term infants. *Dev Med Child Neurol*, 21 (1), 3-27.

21.Prechtl, H.F.,Einspieler, C. (1997) Is neurological assessment of the fetus possible? *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 75 (1), 81-84.

22.Rosier-van Dunne, F.M., van Wezel-Meijler, G., Bakker, M.P., Odendaal, H.J.,de Vries, J.I. (2010) Fetal general movements and brain sonography in a population at risk for preterm birth. *Early Hum Dev*, 86 (2), 107-111.

23.Whitworth, M., Bricker, L., Neilson, J.P.,Dowswell, T. (2010) Ultrasound for fetal assessment in early pregnancy. *Cochrane Database Syst Rev* (4), CD007058.

24.Kurjak, A., Carrera, J., Medic, M., Azumendi, G., Andonotopo, W.,Stanojevic, M. (2005) The antenatal development of fetal behavioral patterns assessed by four-dimensional sonography. *J Matern Fetal Neonatal Med*, 17 (6), 401-416.

Duchenne Musküler Distrofi'de Yeni Bir Terapi Yaklaşımı: Tüm Vücut Vibrasyonu

Fzt Numan BULUT
Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
E-mail: numanbulut@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Duchenne Musküler Distrofi (DMD), yaklaşık 1/3600-6000 canlı erkek doğum prevelansı ile çocukluk çağında en sık görülen musküler distrofi tipidir. Hastalık ilerleyici proksimal kas zayıflığı ile karakterizedir. Kas zayıflığına ikincil olarak eklemlerde gelişen kontraktür ve kısalıklar ile ayak bileğinde ekin deformitesi, kalçanın anterior tilti ve lordozun görüldüğü distrofik postür ortaya çıkar. Hastalar ortalama 11-12 yaşlarda yürüme yeteneğini kaybederek tekerlekli sandalyeye bağımlı hale gelir. DMD'nin henüz tam olarak etkili bir tedavi yöntemi bulunmamaktadır. Son yıllarda semptomları azaltma ve fonksiyonelliği korumak amacıyla genetik yapıyı değiştiren ilaçların kullanımının yanında tüm vücut vibrasyonu gibi fizyoterapi modaliteleri de kullanılmaya başlanmıştır. DMD'de tüm vücut vibrasyonun kullanıldığı hasta sayısının az olduğu sınırlı sayıdaki çalışmalarda vibrasyonun hastalar tarafından iyi tolere edilebildiği ve herhangi bir yan etkisinin olmadığı ifade edilmiştir. Fakat fonksiyonlar üzerine etkileri net olarak belirlenememiştir. Sonuç olarak DMD'de tüm vücut vibrasyonu uygulamasının fonksiyonlar üzerindeki etkinliğinin gösterilebilmesi için hasta sayısının daha fazla olduğu ve uygulama sonrası uzun süreli takibin olduğu çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Duchenne Musküler Distrofi, vibrasyon, fizyoterapi

ABSTRACT

Duchenne Muscular Dystrophy (DMD) is the most common type of childhood muscular dystrophy with approximately 1/3600-6000 live male birth prevalence. This disease is characterized by progressive proximal muscle weakness. Muscle shortness and joint contractures develops secondary to muscle weakness causes dystrophic posture which was formed by equinus contracture in ankle joint, anterior tilt of thigh and lordosis. The patients become wheelchair-bound by losing ambulation in average 11-12 years old. No effective treatment has been defined for DMD yet. Physiotherapy modalities such as whole body vibration as well as the utilization of medicine which aimed to change genetic formation has been started to be used to reduce symptoms and maintain functionality in recent years. A limited number of studies with small patient population which used whole body vibration in DMD have indicated that vibration can be well tolerated by patients and has no side-effect. However, their effects on function remains uncertain. As a result, studies which include large number of patients and long term follow-up after application are needed to be performed to show effects of vibration on functions in DMD.

Key Words: Duchenne Muscular Dystrophy, Vibration, Physiotherapy

1. GİRİŞ

Duchenne Musküler Distrofi (DMD) yaklaşık 1/3600-6000 canlı erkek doğum prevelansı olan kalıtsal bir hastalıktır (1-3). Hastalık ilerleyici kas zayıflığı ve özellikle gastroknemius kasında pseudohipertrofi ile karakterizedir. 5 yaş öncesinde erken yorulma, merdiven çıkmada zorluk ve Gower's belirtisi gözlenmektedir (3,4). Kas zayıflığına ikincil olarak önce alt sonra üst ekstremitede kontraktürler gelişmektedir. Kas zayıflığı ve kontraktürlerin gelişmesi ile ayakta ekin poziyonu, kalçanın anterior tilti ve lordozun görüldüğü tipik bir postür (distrofik postür) meydana gelmektedir. Hastaların çoğunluğu yaklaşık olarak 6 yaşına kadar motor beceri ve kas kuvvetlerini korumaktadır. Sonrasında ilerleyici kas kuvvet kaybı ile birlikte ortalama 11-12 yaşlarında yürüme yeteneğini kaybederek tekerlekli sandalyeye bağımlı hale gelmektedirler (5).Ayrıca tekerlekli sandalyede kötü oturma postürü ve kas zayıflığı skolyoz gelişimine neden olmaktadır (6).

DMD üzerinde pozitif etkisi olan ilaç grubu kortikosteroidlerdir (7). Olumlu etkilerin yanında kilo alımı ve gecikmiş ergenlik gibi problemlere yol açmaktadır. Kas zayıflığına bağlı ambulasyonun kaybedilmesi ve kortikosteroidlerin olumsuz

etkileri osteoporozun en önemli nedenlerinden biridir (8).

Skolyoz, kontraktürlerin gelişimi, osteoporoz, kırıklar , tendon gevşetme gibi cerrahi operasyonlar ve ortezler DMD gibi nöromusküler hastalıklarda (NMH) ağrının önemli nedenlerindendir (9). Zebracki ve ark. DMD ve Becker Musküler Distrofili (BMD) çocukların %54-80 oranında ağrıyı deneyimlediği, ebeveyn raporlarında bu oranın daha yüksek olduğunu (%70-90) göstermiştir (10).

2. DUCHENNE MUSKÜLER DİSTROFİ'DE GÜNCEL TEDAVİ YAKLAŞIMLARI

DMD'nin henüz tam olarak etkili bir tedavi yöntemi bulunmamaktadır. Günümüzde tedaviler medikal, fizyoterapi, psikososyal, cerrahi ve beslenme gibi multidisipliner yaklaşımları içermektedir, fakat bu tedavilerden hiçbiri hastalığın belirtilerini tam olarak ortadan kaldıramamaktadır. Tedavilerin amacı hastalığın semptomlarını azaltmayı ve fonksiyonelliği mümkün olduğunca korumayı amaçlamaktadır. Bu nedenle DMD'de koruyucu ve destekleyici bu yöntemlerin tedavide önemi büyüktür. Hastalığın erken döneminden itibaren tedavilerin etkin bir şekilde uygulanması ambulasyonun daha uzun süre devam ettirilmesini ve yaşam kalitesinin artırılmasını sağlamaktadır (2).

Son yıllarda semptomları azaltma ve fonksiyonelliği korumak amacıyla *Antisense Oligonükleotidler (AONs) ile Ekzon Atlama* ve *Stop Kodon Mutasyonların Okunması (Readthrough of Stop Codon Mutation)* gibi genetik yapıyı değiştiren ilaçların kullanılmasının yanında tüm vücut vibrasyonu gibi fizyoterapi modaliteleri de araştırmacıların üzerinde çalıştığı konulardan biridir (11).

3. VİBRASYON

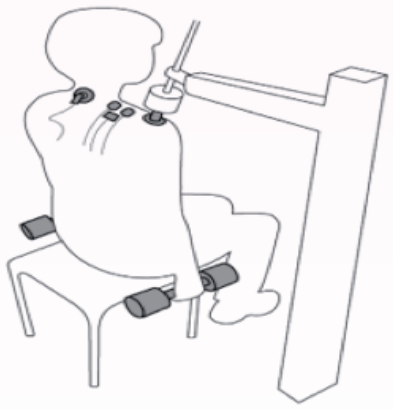
Vibrasyon ilk olarak 1880'li yıllarda Fransız Nörolog Jean-Martin Charcot tarafından Parkinsonlu hastalarda elektrikli sandalyeler ile uygulanmıştır (12). Sonraki dönemde 1936 ve 1949 yıllarında kardiyovasküler ve kas-iskelet fonksiyonlarını düzenlemek için vibrasyon yatakları ile uygulamalar yapılmıştır (13,14). Sporcular üzerinde tedavi modalitesi olarak ilk kez 1985 yılında uygulanmaya başlanmıştır (15).

Vibrasyon, bir cismin istirahat konumuna göre düzenli veya düzensiz olarak oluşturduğu periyodik hareketlerle meydana gelen mekanik salınımlar olarak tanımlanmaktadır (16,17). Vibrasyonun biyomekanik parametreleri; vücut pozisyonu, uygulama süresi, amplitüdü, frekansı ve gücüdür. Bir cismin pozitif ve negatif yöndeki en büyük yer değiştirmesi olarak tanımlanan **vibrasyonun genliği yani salınımın büyüklüğü** milimetre (mm) cinsinden, birim zamanda tamamlanan **vibrasyon sayısı olarak tanımlanan vibrasyon frekansı** yani salınımın tekrarlama hızı Hertz (Hz) cinsinden ve **salınımın ivmelenmesi olarak tanımlanan vibrasyonun gücü** yer çekimi kuvveti (g) cinsinden belirlenmektedir (16).

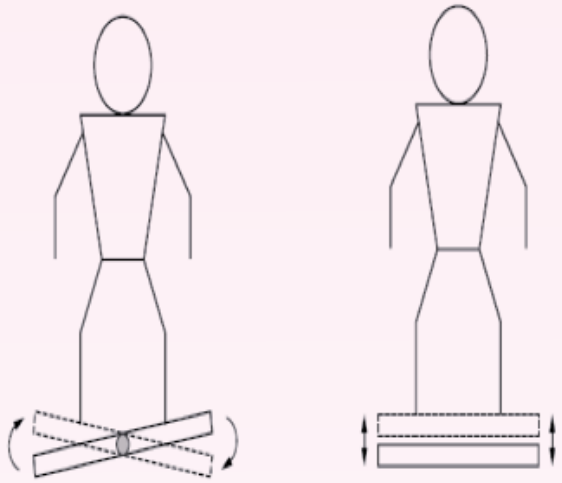
Doğada bulunan her madde rezonans olarak adlandırılan kendi doğal frekansında titremektedir. Biyolojik dokular da doğadaki diğer maddelerden farklı değildir. Örneğin, iç organların ve omurganın 8 Hz, gözlerin 20 Hz ve kasların 7-15 Hz arasında bir rezonansa sahip oldukları belirtilmektedir. Rezonans frekansı vücut ağırlığı, kas sertliği ve vücut pozisyonu gibi faktörlerden etkilenmektedir (18).

Vibrasyon egzersizi, mekanik karakterli salınımların bir titreşim platformu vasıtası ile vücuda uygulanması şeklinde tanımlanmaktadır. Mekanik karakterli salınımlar vücuda iki şekilde uygulanır. Lokal titreşim uygulaması olarak adlandırılan birinci yöntemde titreşim doğrudan çalışacak olan kasın en geniş kısmına veya tendona uygulanabildiği gibi elde tutulan bir titreşim kaynağıyla da uygulanabilmektedir. Tüm vücut vibrasyonu (TVV) olarak bilinen ikinci yöntemde ise titreşim hedef kastan uzakta olan bir titreşim kaynağı tarafından uygulanmaktadır. Şekil 3.1 ve 3.2'de vibrasyon egzersizlerinin lokal ve tüm vücut uygulama şekilleri görülmektedir (19,20).

TVV uygulamaları horizontal düzlemde harekete izin veren dalgalı (side alternating), vertikal düzlemde harekete izin veren dikey (senkronize) olmak üzere genellikle iki farklı yöntemle uygulanmaktadır. Horizontal düzlemde harekete izin veren vibrasyon uygulamaları, kalça ve lumbosakral eklemde rotasyonel hareketleri stimüle



Şekil 1. Lokal Vibrasyon Uygulaması



Şekil 2. Tüm Vücut Vibrasyon Uygulamaları

ederek yürümeyi taklit etme ve vücuda binen mekanik yüklenmeyi azaltması açısından diğer uygulama yöntemine göre daha avantajlıdır (21,22).

4. VİBRASYONUN İNSAN VÜCUDU ÜZERİNE ETKİLERİ

4.1. Olumlu Etkiler

Tonik Vibrasyon Refleksi (TVR), vibrasyonla stimüle edilen kas iğciklerinin primer sonlanmalarının (Ia afferent lifler), alfa-motor nöronların aktivasyonunu artırarak tonik bir refleksif kasılmaya neden olması şeklinde tanımlanmaktadır (23). Vibrasyon kasa veya tendona uygulandığı zaman TVR kademeli olarak artan istemsiz kasılmalar şeklinde ortaya çıkmaktadır. Titreşim uygulandıktan birkaç saniye sonra istemsiz kasılmalar başlamakta, kademeli olarak artmakta ve titreşim uygulaması sonlanana kadar kasılmalar hemen hemen sabit bir düzeyde devam etmektedir. TVR kasta EMG aktivitesinde artışa neden olmaktadır. Vibrasyon uygulamalarında gözlenen EMG aktivitesindeki bu artış istemli kas aktivasyonunda elde edilen artıştan daha fazladır (16). TVR'ye verilen cevap, vibrasyonun frekansından, kasın kasılma ve gevşemesinden, kasın tonusundan, vücut pozisyonundan (statik-dinamik), kasılma tipinden (konsentrik-eksentrik) ve eklemi saran kasların birleşik kuvvetinden etkilenmektedir (24). Kısaca TVR, vibrasyonla oluşan kas uzunluğundaki ani değişimlerin reseptörler tarafından duyusal bir girdi olarak algılanması ve refleksif kassal aktivitesinin vibrasyon dalgalarını azaltmaya çalışması esasına dayanmaktadır.

TVR'ye bağlı kas aktivasyonundaki artış ATP tüketiminde artmaya neden olmaktadır. Enerji harcaması, uygulanan vibrasyonun frekans ve genliği arttıkça ve ağırlık bindikçe artmaktadır (25). Enerji harcamasının artışına paralel olarak vücut ısısında artış meydana gelmektedir. Bu ısı artışının bisiklet ergometresi ile verilen bir eğitime göre daha hızlı olduğu belirlenmiştir (26). Enerji harcaması ve vücut ısısındaki artışın kalça ve bacak bölge kaslarında kan akımında, özellikle popliteal bölgede %100'lük bir artışa neden olduğu gösterilmiştir. Vibrasyonun kan akımı üzerinde iki mekanizma ile etkili olduğu savunulmaktadır. Birincisi kanın viskozitesinin azalması, ikincisi nitrik oksit artışı ve endotelyal faktörlerde azalma ile vazodilatasyonun açığa çıkmasıdır (27).

Vibrasyon uygulamalarının endokrin sistem üzerinde etkilerini gösteren sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. Sonuçları çelişkili olmakla birlikte testesteron, büyüme ve kortizol hormonu ve katekolaminlerde artışa neden olduğunu gösteren çalışmalar daha fazladır. Egzersizin endokrin sistem üzerindeki etki mekanizması vücudun kas ve iskelet sistemlerinde değişen fonksiyonlarına karşın kendi homeostazını sağlamasına dayanmaktadır ve bu mekanizmanın vibrasyon uygulamalarında da etkili olduğu öne sürülmüştür (28-30).

Yaşlılar, postmenopozal kadınlar, astronotlar ve musküler distrofili hastalar osteoporozun sıklıkla görüldüğü popülasyonlardır. Yapılan çalışmalarda vibrasyon uygulamalarının kemik mineral yoğunluğu üzerinde olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir. Vibrasyonun; kemikte mekanik iletimi, sıvı akışkanlığı ve kas kasılmasını sağlayarak ve endokrin sistemi etkileyerek kemik mineral yoğunluğu üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir (30,31). Vibrasyonun kemik mineral yoğunluğu üzerine etkileri ile ilgili yapılan çalışmalarda düşük vibrasyon genliği (salınım büyüklüğü) ve yüksek frekansın en etkili uygulama yöntemi olduğu belirtilmiş ve bir çalışmada horizontal düzlemde harekete izin veren vibrasyon uygulamasının diğer uygulama yöntemine göre daha etkili olduğu gösterilmiştir (31,32).

Vibrasyonun, Kapı Kontrol Teorisine göre ağrıyı baskıladığı düşünülmektedir (33). Meissner ve Vater-Pacini korpüskülleri, özellikle vibrasyon uyarısının taşınmasında rol oynamaktadır. Meissner korpüskülleri 40 Hz civarında vibrasyon uyarısına hassas iken, Vater-Pacini korpüskülleri 100 Hz ve üzeri vibrasyon uyarısına hassastır. Bu iki mekanoreseptör kalın miyelinli A-beta lifleri ile taşınır ve hızlı adapte olma özelliğine sahiptir. Vibrasyon uygulamalarında bu iki reseptörün uyarılması sonucu, A-delta ve C lifleri ile taşınan ağrı uyarılarını baskılayarak ağrıyı azalttığı belirtilmiştir (30,34). Kısacası vibrasyon uygulaması

ve ağrıda uygulanan transkutanöz elektrik sinir stimulasyonu (TENS) aynı mekanizmaya dayanmaktadır (30).

Yukarıda ifade edildiği gibi vibrasyon uygulaması kas iğciğini ve mekanoreseptörleri uyarmaktadır. Kas iğciği kas kasılma mekanizmasında rol almanın yanında ekstremitelerin pozisyonuna ait afferent bilginin (propriosepsiyon) santral sinir sistemine iletiminde görev almaktadır. Mekanoreseptörler de vücudun pozisyonu hakkında bilginin sağlanmasında rol oynamaktadır. Vibrasyon uyarısı vücut pozisyonu hakkında doğru bilgi girdisi sağlayarak hem vücut farkındalığının hem de dengenin gelişmesine yardımcı olmaktadır (30). Statik ve dinamik germe, esnekliğin korunması/geliştirilmesi için kullanılan standart fizyoterapi yöntemlerindendir. Vibrasyonun kas iğciğinin uyarılması yolu ile kas boyundaki ani değişimler, kas ve tendon üzerinde mekanik germenin oluşturduğu etkiyi ortaya çıkardığı bildirilmektedir (35).

4.2. Olumsuz Etkiler

İnsan vücudu üzerine vibrasyonun negatif etkilerinin olduğuna dair çalışmalar da vardır. Yüksek yoğunlukta vibrasyon uygulanan hayvan çalışmalarında, ölümle sonuçlanan akciğer hasarı, gastrointestinal kanama ve kalp hasarı olduğu rapor edilmiştir. Vibrasyon uygulaması sonucu oluşan patolojiler; kas yorgunluğu ve hasarı, huzursuzluk, konuşma bozukluğu, arteriyel lümenin daralması ile sonuçlanan kan damarı duvarlarının hipertrofisi, toraks ve lumbar omurlarda dejenerasyon, omurgada disk problemleri, bel ağrısı, gastrointestinal bozulmalar ve nörolojik rahatsızlıkları içerir (36). Uzun süreli veya kısa süre içerisinde yüksek genlikte yapılan tüm vücut vibrasyon uygulamalarında duyusal motor kontrol kaybı, denge kaybı, spinal reflekslerde değişim, kardiyak ve solunum ritimlerinde değişme gibi fizyolojik tehlikeler oluşabilir (36). 120 Hz ve üstündeki vibrasyon uygulamalarının ölümcül kalp atımına yol açacağı belirtilmiştir (37). Vibrasyon uygulamasının biyolojik doku hasarları ile birlikte vücut dokularından gelen uyarıları engellemesi de söz konusudur (38). Bu tür yan etkilerin rapor edildiği çalışmalarda yer alan katılımcıların daha çok sedanterler ve ileri yaş grupları olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

5. DUCHENNE MUSKÜLER DİSTROFİ'DE TÜM VÜCUT VİBRASYON UYGULAMALARI

DMD'de kas zayıflığı, kontraktürler, ağrı, postüral bozukluklar ve osteoporoza bağlı kırıklar mücadele edilmesi gereken en önemli problemlerdendir. TVV'nin bu problemler üzerindeki olumlu etkileri dikkate alındığında literatürde son yıllarda DMD'de TVV uygulamalarının kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Yapılan çalışmalarda daha çok hastalarda yan etki profili ile kas harabiyetinin göstergesi olan kreatin kinaz (CK) seviyelerine bakılmıştır.

Söderpalm ve ark. 2013 yılında yaptıkları bir çalışmada yaşları 5,7 ile 12,5 arasında değişmekte olan 6 yürüyebilen DMD'li hastayı çalışmalarına dahil etmiştir. Çalışmada 12 hafta boyunca ilk iki hafta 1 dakika (dk) 16-18 Hz/ 2 dk dinlenme/ 1 dk 20-24 Hz, ikinci haftadan sonra 1 dk 16-18 Hz/ 1 dk 20-24 Hz/ 2 dk dinlenme/ 2 dk 20-24 Hz/ 2 dk dinlenme/ 2 dk 20-24 Hz olacak şekilde haftada iki veya üç kez TVV uygulanmıştır. Hastaların kas kütlesi, kemik yoğunluğu, kas kuvveti ve kemik ve mineral metabolizmasının biyokimyasal parametreleri çalışmanın başlangıcı, üçüncü ayı, altıncı ayı ve on ikinci ayında değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonunda CK seviyelerinde, kemik kütlesinde, kas kuvvetinde ve kemik mineral parametrelerinde herhangi bir değişiklik bulunmamıştır. Bununla birlikte uygulamadan sonra kemik yapımında rol oynayan enzim seviyelerinde istatistiksel olmayan artışlar kaydedilmiş ve bu artışın altıncı ayda normale döndüğü gösterilmiştir. Bu çalışmada TVV'nin yürüyebilen DMD'li hastalarda güvenli ve tolere edilebilen bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır (39).

2014 yılında yapılan bir çalışmada yaşları 4 ile 14 arasında değişmekte olan 4 DMD'li hastaya haftada 3 gün 4 hafta boyunca, 7 Hz ile başlayan 20 Hz'in hedeflendiği 2 dk uygulama, 1 dk dinlenme ve 2 dk uygulama şeklinde dalgalı TVV uygulanmıştır. Haftalık CK seviyeleri takip edilmiş ve fonksiyonel mobiliteleri North Star Ambulasyon Değerlendirmesi (NSAA) ile değerlendirilmiştir. Ayrıca hastaların kas ağrısı, yorgunluk ve diğer yan etki profilleri her uygulama seansı öncesinde ve sonrasında sorgulanmıştır. Üç hastanın CK seviyelerinin sabit kaldığı, bir hastanın üçüncü haftada CK seviyesi yükselirken dördüncü haftada tekrar normale döndüğü gösterilmiştir. Aynı şekilde NSAA toplam skoru 3 hastada sabit kalırken, bir hastada 3 puanlık bir artış kaydedilmiştir. Hiçbir hasta herhangi bir yan etki ifade etmemiştir. İki hastanın ebeveyni çocuklarının ayak bileği eklem hareket açıklığının arttığını ifade etmiştir. Bununla birlikte bir hastanın fizyoterapisti kalça ve alt ekstremite kas kuvveti, denge ve enerji kapasitesinin geliştiğini raporlamıştır. Bu çalışmada dalgalı TVV uygulamasının bu hastalığa sahip çocuklarda iyi tolere edilebildiği ve kas kuvveti ve fonksiyonel mobilitenin korunması/geliştirilmesine yardımcı olabileceği vurgulanmıştır (40).

Son olarak Julia ve ark. 2014 yılında, 14 DMD'li 8 Spinal Musküler Atrofi'li (SMA) hastaya 12 hafta boyunca haftada 5 gün, günde 2 kez 10-18 hz arasında frekans ve 4 mm amplütüde sahip TVV uygulamıştır. Aynı gün içerisindeki seanslar arasında en az 4 saat ara olacak şekilde 3 dk'lık uygulama ve 3 dk'lık dinlenme sürelerini içeren toplamda 9 dk'lık uygulama ve 6 dk'lık dinleme süresinden oluşan 15 dk'lık TVV uygulaması (3 dk uygulama/ 3 dk dinlenme/ 3 dk uygulama/ 3 dk dinlenme/ 3 dk uygulama) şeklinde planlanmış ve her seansta hafif squat, gastroknemius germe yada sağa sola ağırlık aktarma gibi egzersiz yapması hastadan istenmiştir. Hastaların CK seviyeleri, kan basıncı, kalp hızı ve vücut ısısı başlangıçta, dördüncü, sekizinci haftalar ile son hafta değerlendirilmiş ve kas ağrısı, kas spazmı ve kas zayıflığı sorgulanmıştır. Dört basamak çıkma, 6 dk yürüme, yerden kalkma ve 10 metre yürüme gibi fonksiyonel testlerin yanı sıra ayak bileği eklem hareket açıklığı, dorsifleksör, plantarfleksör, diz fleksör, ekstansör, kalça fleksör, abduktör, ekstansör kas kuvveti manuel kas testi ile, diz fleksiyon, ekstansiyon ve dirsek fleksiyonu dominant tarafta myometre ile değerlendirilmiştir. DMD'li hastaların %56'sında ilk gün sonrası CK seviyeleri yükselirken sekizinci haftada normal seviyesine geri döndüğü ve SMA'da herhangi bir değişiklik olmadığı bulunmuştur. Fonksiyonel ve kas kuvveti değerlendirmesinde sadece SMA'lı çocuklarda altı dakika yürüme testinde istatistiksel olarak gelişme kaydedilirken, diğerlerinde istatistiksel olarak anlamlı olmamakla birlikte klinik önemi olan gelişmeler kaydedilmiştir. TVV'nin tüm çocuklar tarafından iyi tolere edilebildiği ifade edilmiştir (41).

Sonuç olarak, yapılan çalışmalarda DMD'li hastalarda TVV uygulamasının iyi tolere edilebildiği ve herhangi bir yan etki olmadığı gösterilmesine rağmen, fonksiyonellik veya hastalığın prognozu üzerine etkilerine yönelik net sonuçlar elde edilememiştir. Literatürde DMD'de TVV yapılan araştırmalarda dahil edilen hasta sayılarının azlığı, sadece yürüyebilen hastaların dahil edilmesi, uygulama sonrası uzun süreli takibin yapılmaması çalışmaların limitasyonları arasında sayılabilir. Bu nedenlerle hasta sayısının daha fazla ve farklı ambulasyon seviyelerine sahip hastaların yer aldığı, uygulama sonrası uzun süreli takibin olduğu ve vibrasyona ek olarak uygulanan fizyoterapi modalitelerinin etkinliğinin araştırıldığı çalışmalara ihtiyaç olduğu düşünüldü.

6. TEŞEKKÜR

Sunumun hazırlanmasının yanında her zaman katkıda bulunan ve yol gösteren değerli hocalarım Yrd. Doç. Dr. İpek Alemdaroğlu, Prof. Dr. Öznur Tunca Yılmaz ve Prof. Dr. A. Ayşe Karaduman'a teşekkür ederim.

7. KAYNAKLAR

1 Emery, A.E. (1991) Population frequencies of inherited neuromuscular diseases—a world survey. *Neuromuscular disorders*, 1 (1), 19-29.
2 Deconinck, N.,Dan, B. (2007) Pathophysiology of duchenne muscular dystrophy: current hypotheses. *Pediatric neurology*, 36 (1), 1-7.
3 Bushby, K., Finkel, R., Birnkrant, D.J., Case, L.E., Clemens, P.R., Cripe, L. ve diğerleri. (2010) Diagnosis and management of Duchenne muscular dystrophy, part 1: diagnosis, and pharmacological and psychosocial management. *The Lancet Neurology*, 9 (1), 77-93.
4 Yılmaz, Ö.T., Karaduman, A.A. (2010) Nöromusküler Hastalıklarda Fizyoterapi Yaklaşımları. *Turkiye Klinikleri Journal of Physical Medicine Rehabilitation Special Topics*, 3 (3), 26-33.
5 Glanzman, A.M., Flickinger, J.M., Dholakia, K.H., Bönnemann, C.G.,Finkel, R.S. (2011) Serial casting for the management of ankle contracture in Duchenne muscular dystrophy. *Pediatric Physical Therapy*, 23 (3), 275-279.
6 Cambridge, W.,Drennan, J.C. (1987) Scoliosis associated with Duchenne muscular dystrophy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 7 (4), 436-440.
7 Yılmaz, Ö., Karaduman, A.,Topaloğlu, H. (2004) Prednisolone therapy in Duchenne muscular dystrophy prolongs ambulation and prevents scoliosis. *European Journal of Neurology*, 11 (8), 541-544.
8 Ness, K.,Apkon, S.D. (2014) Bone health in children with neuromuscular disorders. *Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine: An Inderdisciplinary Approach*, 7 (2).
9 Manzur, A. (2001) Medical management and treatment of Duchenne muscular dystrophy. *The Muscular Dystrophies. Oxford: Oxford University Press. p223-246.*
10 Zebracki, K.,Drotar, D. (2008) Pain and activity limitations in children with Duchenne or Becker muscular dystrophy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50 (7), 546-552.
11 Seto, J.T., Bengtsson, N.E.,Chamberlain, J.S. (2014) Therapy of Genetic Disorders: Novel Therapies for Duchenne Muscular Dystrophy. *Current pediatrics reports*, 2 (2), 102-112.
12 Kapur, S.S., Stebbins, G.T.,Goetz, C.G. (2012) Vibration therapy for Parkinson's disease: Charcot's studies revisited. *Journal of Parkinson's disease*, 2 (1), 23-27.
13 Sanders, C. (1936) Cardiovascular and peripheral vascular diseases: treatment by a motorized oscillating bed. *Journal of the American Medical Association*, 106 (11), 916-918.
14 Toscani, V., Davis, V.B., Stevens, E., Whedon, G.D., Deitrick, J.E.,Shorr, E. (1949) Modification of the effects of immobilization upon metabolic and physiologic functions of normal men by the use of an oscillating bed. *The American journal of medicine*, 6 (6), 684-711.
15 Nazarov, V.,Spivak, G. (1987) Development of athlete's strength abilities by means of biomechanical stimulation method. *Theory and Practice of Physical Culture (Moscow)*, 12, 37-39.
16 Cardinale, M.,Bosco, C. (2003) The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and sport sciences reviews*, 31 (1), 3-7.
17 Griffin, M.J. (2012). Handbook of human vibration: Academic press.

18 Mester, J., Spitzenpfeil, P.,Yue, Z. (2003) Vibration loads: potential for strength and power development. *Strength and Power in Sport, Second Edition*, 488-501.

19 Cardinale, M.,Wakeling, J. (2005) Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *British journal of sports medicine*, 39 (9), 585-589.

20 □ström, C., Lindkvist, M., Burström, L., Sundelin, G.,Karlsson, J.S. (2009) Changes in EMG activity in the upper trapezius muscle due to local vibration exposure. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 19 (3), 407-415.

21 Rittweger, J., Schiessl, H.,Felsenberg, D. (2001) Oxygen uptake during whole-body vibration exercise: comparison with squatting as a slow voluntary movement. *European journal of applied physiology*, 86 (2), 169-173.

22 Abercromby, A.F., Amonette, W.E., Layne, C.S., McFarlin, B.K., Hinman, M.R.,Paloski, W.H. (2007) Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Medicine and science in sports and exercise*, 39 (10), 1794.

23 Hagbarth, K.-E.,Eklund, G. (1966) Tonic vibration reflexes (TVR) in spasticity. *Brain research*, 2 (2), 201-203.

24 Fontana, T.L., Richardson, C.A.,Stanton, W.R. (2005) The effect of weightbearing exercise with low frequency, whole body vibration on lumbosacral proprioception: A pilot study on normal subjects. *Australian Journal of Physiotherapy*, 51 (4), 259-263.

25 Rittweger, J., Ehrig, J., Just, K., Mutschelknauss, M., Kirsch, K.,Felsenberg, D. (2002) Oxygen uptake in whole-body vibration exercise: influence of vibration frequency, amplitude, and external load. *International journal of sports medicine*, 23 (6), 428-432.

26 Cochrane, D.J., Stannard, S.R., Sargeant, A.J.,Rittweger, J. (2008) The rate of muscle temperature increase during acute whole-body vibration exercise. *European journal of applied physiology*, 103 (4), 441-448.

27 Kerschan□Schindl, K., Grampp, S., Henk, C., Resch, H., Preisinger, E., Fialka□Moser, V. ve diğerleri. (2001) Whole□body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. *Clinical physiology*, 21 (3), 377-382.

28 Cardinale, M., Leiper, J., Erskine, J., Milroy, M.,Bell, S. (2006) The acute effects of different whole body vibration amplitudes on the endocrine system of young healthy men: a preliminary study. *Clinical physiology and functional imaging*, 26 (6), 380-384.

29 Kvorning, T., Bagger, M., Caserotti, P.,Madsen, K. (2006) Effects of vibration and resistance training on neuromuscular and hormonal measures. *European journal of applied physiology*, 96 (5), 615-625.

30 Rittweger, J. (2010) Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. *European journal of applied physiology*, 108 (5), 877-904.

31 B Catharine Craven MSc, M. (2009) Whole-body vibration as potential intervention for people with low bone mineral density and osteoporosis: a review. *Journal of rehabilitation research and development*, 46 (4), 529.

32 Corrie, H., Brooke-Wavell, K., Mansfield, N., D'Souza, O., Griffiths, V., Morris, R. ve diğerleri. (2007) Effect of whole body vibration on bone formation and resorption in older patients: A randomised controlled trial. *Osteoporos Int*, 18 (Suppl 3), S285.

33 Melzack, R.,Wall, P.D. (1967) Pain mechanisms: a new theory. *Survey of Anesthesiology*, 11 (2), 89-90.

34 Martin, J.H.,Jessell, T.M. (1991) Modality coding in the somatic sensory system. *Principles of neural science*, 3, 341-352.

35 Atha, J.,Wheatley, D. (1976) Joint mobility changes due to low frequency vibration and stretching exercise. *British journal of sports medicine*, 10 (1), 26-34.

36 Smith, D.R.,Leggat, P.A. (2005) Whole-Body Vibration. *Professional safety*, 50 (7), 35.

37 Fratini, A., La Gatta, A., Cesarelli, M.,Bifulco, P. (2009). Whole Body Vibration training: analysis and characterization [Bildiri].Information Technology and Applications in Biomedicine, 2009. ITAB 2009. 9th International Conference on.

38 Jordan, M.J., Norris, S.R., Smith, D.J.,Herzog, W. (2005) Vibration training: an overview of the area, training consequences, and future considerations. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 19 (2), 459-466.

39 Söderpalm, A.-C., Kroksmark, A.-K., Magnusson, P., Karlsson, J., Tulinius, M.,Swolin-Eide, D. (2013) Whole body vibration therapy in patients with Duchenne muscular dystrophy–a prospective observational study. *J Musculoskelet Neuronal Interact*, 13 (1), 13-18.

40 Myers, K.A., Ramage, B., Khan, A.,Mah, J.K. (2014) Vibration therapy tolerated in children with Duchenne muscular dystrophy: a pilot study. *Pediatric neurology*, 51 (1), 126-129.

41 Vry, J., Schubert, I.J., Semler, O., Haug, V., Schönau, E.,Kirschner, J. (2014) Whole-body vibration training in children with Duchenne muscular dystrophy and spinal muscular atrophy. *european journal of paediatric neurology*, 18 (2), 140-149.

Kemoterapi Etkinliğine Egzersizin Katkısı

Uzm Fzt Ramazan KURUL
Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu
e-mail: ramazankurul@ibu.edu.tr

ÖZET

Kemoterapi ilaçlarının etkinliği kullanılan ilacın istenilen dokuya ulaşmasıyla doğrudan ilişkilidir. Kullanılan ilaçlar iki major yol ile kanseri durdurmayı amaçlar. Bunlar anjiyogenezisin önlenmesi ve tümör hücre nekrozudur. Her iki yolunda etkili olması için hedef dokuya giden yeterli kan akımının bulunması gerekir. Fakat ilaç kullanımı sonrasında VEGF etkinliğinin baskılanması ile birlikte anjiyogenezis baskılanır. Bu ise ilaçların hedef dokuya geçmesini önlemler. Tümör nekrozan faktörlerin dokuya yeterli iletilememesi tümör proliferasyonunda artış ile sonuçlanır. Artan tümör hücre sayısı enerji ihtiyaçlarını karşılamak için anjiyogenez tetikleyici faktörler salgılamaya başlar. Bu faktörler arasında VEGF, COX 1, LYVE-1 gibi hem anjiyogenezi hem lenfangiyogenezi tetikleyen pek çok marker bulunur. Anjiyogenez ile birlikte lenfanjiyogenezin tetiklenmesi tümör hücrelerinin metastaz yapma ihtimalini artırır. Bu yüzden tümör hücresi tarafından salınan anjiyogenez tetikleyici büyüme faktörleri tedaviyi olumsuz etkiler. Fakat egzersizi ile birlikte dokuda VEGF salınımının sadece anjiyogenezi tetiklediği ve lenfangiyonetik aktivite oluşturmadı gözlenmiştir. Uygun egzersiz ile olan fizyolojik anjiyogenez hem dokuya olan ilaç etkinliğini artıracak hem de tümör hücresinin kendi anjiyogenetik faktörleri salgılamasını önleyebilecektir. Bu sebeple fiziksel egzersizle tetiklenmiş fizyolojik anjiyogenezin ilaç tedavisinin etkinliğini artırmayı sağlayabileceğini düşünmekteyiz.

Anahtar Kelimeler: Anjiyogenez, egzersiz, kemoterapi

ABSTRACT

Chemotherapy efficiency directly related to amount of drug intravasation to the target tissue. Drugs aim to inhibit cancer prognosis with two major pathways which is inhibiting angiogenesis and tumor cell necrosis. Both pathways require sufficient blood flow to target tissue in order to be effective. But after drug usage angiogenesis reduce via VEGF inhibition which reduces drug intravasation to tissue. Because of insufficient transition of tumor necrosing factors in to the tissue cause recurrence tumor proliferation. Increased tumor cells numbers begin releasing angiogenetic activators in order to compensate increased energy consumption. There are several markers like VEGF, COX 1, LYVE-1 among these activator that increases both angiogenetic and lymphangiogenetic activity. Tumor cells' stimulated lymphangiogenesis along with angiogenetic activity increases risk of tumor cell metastasis. Because of that angiogenetic growth factors which originated from tumor cells influence treatment adversely. But it has been shown that exercise induced VEGF release only activates angiogenetic activity without increasing lymphangiogenetic proliferation. Using proper exercise program might cause possible increased drug efficiency and reduced tumor angiogenetic factor releasing with a physiological angiogenesis. We therefore hypothesized that physical exercise induced angiogenesis might lead to increase drug efficiency

Keywords: Angiogenesis, exercise, chemotherapy

1.GİRİŞ

Kanser tüm dünyada önde gelen ölüm sebeplerinden birisidir. Her ne kadar kemoterapi ilaçlarının kullanılması kansere bağlı mortalite oranlarını azaltmış olsa dahi ilaçların yan etkileri olduğu bilinen bir gerçektir. Bu yüzden ilaç tedavisiyle paralel seyredecek ve ilaç etkinliğini artırmak için kullanılabilecek egzersiz yöntemlerine ihtiyaç vardır (1).

Standart aerobik egzersizin kardiyovasküler ve kas iskelet isteminde bir dizi adaptif değişiklikler açığa çıkardığı bilinmektedir. İskelet kasının adaptasyonu oksidatif enzimlerdeki artış ile birlikte mitokondri aktivitesinde artış ile görülür. Bu iki artışa uyum sağlayabilmek için dokuya yeterli besin ve oksijen taşınmasından sorumlu olan vasküler yapılarda da adaptasyon oluşması gerekir. Bu ise iskelet kası anjiyogenezi ile gerçekleşir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki anjiyogenez eg-

zersiz ve elektrik stimulasyonu sonrası hem anlık hem de uzun sürede oluşmaktadır (2-4).

2. VASKÜLER ENDOTELYAL BÜYÜME FAKTÖRLERİ VE ANJİYOGENEZ

Anjiyogenez insan hayatı için büyük bir öneme sahiptir. Embriyolojik hayatta vasküler endotelyal hücrelerin oluşumu vaskülogenezin tamamlanıp sonrasında matürasyonu ile birlikte normal vasküler yapının oluşması için gereklidir (5,6). Anjiyogenezin tetiklenmesinde pek çok karmaşık yolun bulunduğu bilinmektedir fakat aralarından bir tanesi olan vasküler endotelial growth factor (VEGF) son yıllarda tümör bağlı anjiyogenezin önlenmesinde sıkça bloklanan bir yolak olarak karşımıza çıkmaktadır (7-9). Anjiyogenezin bazı patolojik süreçlerde de ortaya çıktı bilinen bir gerçektir (10). Bunlardan birisi tümör hücrelerinden salınan marker kaynaklı oluşan anjiyogenezdir. Normal şartlar altında canlıda anjiyogenetik aktivasyon ve inhibisyon arasında bir denge mevcuttur ve bu çok az yeni damar oluşumuna müsaade etmektedir. Bazı proliferatif durumlarda bu denge bozularak aktivite yönüne kayar. VEGF aktivitesi hipoksi ile artar hipoksiyse tümörün hızlı proliferasyonu ve yetersiz kan akımının bir sonucudur (11). Tümor metabolik atıkların boşaltımı ve beslenmenin devamı için anjiyogeneze ihtiyaç duyar ihtiyacın sağlanamaması halinde ise uykuya geçerek uygun şartların oluşmasını uzun süre bekleyebilir (12,13).

Kan damarlarının oluşumu embriyolojik hayatta gelişen en erken yapılardan birisidir. VEGF ailesi memelilerde 5 farklı büyüme faktörü içerir ve damar oluşumu için gereklidir. Bunlar VEGF-A plasenta büyüme faktörü (PIGF), VEGF-B, VEGF-C, VEGF-D'dir. VEGF ligandları farklı özelliklere sahip 3 endotel transmembran tirozin kinaz reseptörüne bağlanırlar. Bunlar VEGFR-1, VEGFR-2 ve VEGFR-3'dür. Bazı VEGF'ler ise direk etki ederek hücrede ekstraselluler matrix komponentine tutunarak hücre içerisinde bulunan yolağı aktive ederler. VEGFR-1 anjiyogenez ve inflamasyondan sorumludur. VEGFR-2 anjiyogenez ve lenfanjiyogenezden sorumluyken VEGFR-3 sadece lenfanjiyogenetik aktiviteyi tetikler (14,15). Fizyolojik anjiyogenezin asıl yolağı VEGF'in VEGFR-2 reseptörü üzerinden etki etmesi ile gerçekleşir. Aktive olan yolak proliferasyonu indükler, endotel hücrelerinin yaşama süresini, filizlenmesini ve göç miktarını artırır. Ayrıca endotelyal hücre permeabilitesinin artışına yol açar (16).

VEGF-A ve C'nin tümör hücre büyümesi üzerine etkinliği gösterilmiştir. Normal şartlarda serum düzeyinde bulunma miktarları tümör hücresinden salgılanmaya başlamalarıyla belirgin ölçüde artmaktadır. Her iki büyüme faktörü etkinliği kemoterapi ilaçları ile direk olarak veya bağlandığı VEGFR-2 reseptörü hedeflenerek baskılanmaktadır (17). Fakat VEGF-B'nin varlığına patolojik durumlarda rastlanmamıştır. Bununla birlikte PIFG reseptör aktivitesinde tümör varlığında artış gözlenmiştir. VEGF-B aktivitesi artışı egzersiz veya yüklenme sonrası dokuda oluşan iskemiye bağlı artış göstermektedir. VEGF-B VEGFR-1 kompleksi etkinliğinde olan artış ile kardiyak anjiyogenezisi sağlamıştır (18). İskelet kası egzersize yanıt olarak anjiyogenetik aktiviteyi tetikleyen VEGF salgılamaktadır(19,20). İskelet kasında oluşan anjiyogenezin fizyolojik ve mekanik kuvvetlerden ne ölçüde etkilendiği halen tam anlaşılamamıştır (21). Fakat inaktive ve egzersize devam edilmemesi kapiller sayısında azalmaya yol açtığı gösterilmiştir (22). Bu yüzden kas iskelet sistemi oluşumunda ve gelişmesinde önemli rol oynamaktadır. İhtiyaç oluşması durumunda ortalama salgılanmaktadır. Anjiyogenezin varlığı büyüme plaklarının kapanması esnasında kartilaj dokuda majör bir infiltrasyon ile uzun kemik kapiller yapısının oluşması ile gözlenir (23). Erişkinlerde büyüme plakları kapandıktan sonra aynı mekanizma kırık sonrası iyileşme esnasında gözlenir (24). Kırık bölgesine uygulanan anjiyogenetik inhibitörler kırık iyileşmesini kallus oluşumunu ve periostal kemik yapımı baskılamıştır (25).

3.VENÖZ VE LENFATİK METASTAZ

Göçmen hücrenin primer tümör odağından kopması ile hücre kan ve lenf damarlarına intravaze olabilir. Lenfatik dokuya geçen hücre ductus torasikusa geçip oradan sağ lenfatik kanala ve sonrasında subklavian vene dökülür. Disseminasyon her iki yolla venöz dolaşıma ulaşır (26). Metastaz varlığı immunohistokimyasal (IHC) veya RT-PRC testler ile belirlenir. Tümörler en yakında bulunandan başlayarak çevre lenf nodlarına metastaz yaparlar. Testler ile incelendiğinde bölgenin döküldüğü ana lenf nodunda tümör hücresine rastlanmaması diğer lenf nodlarında büyük ihtimalle metastaz olmadığını düşündürür (27).

Metastazlarda görülen başlıca farklılık lenfatik veya venöz yolu kullanmalarıdır. Melanoma ve karsinomalar çoğunlukla lenfatik metastaz yaparlar sarkomalar ise venöz metastaz yapma eğilimindedirler (28). Lenf nodu metastazları çoğunlukla metastazın ilk odağıdır ve tümörün evresi/prognozunu belirlemede önemlidir (27). Lenfatil metastazın oluşmasında intratümöral lenf damarlarının etkin olmadığı ve artan proliferasyon ile birlikte artmış basınç ile komprese olan damarın işlevsiz olduğu bildirilmektedir (29,30). Lenfanjiyogenezin inhibisyonu ile metastaz riskinin bazı

kanser türlerinde belirgin olarak azaltılabileceğini gösteren çalışmalar mevcuttur (31-33).

4. EGZERSİZ VE ANJİYOGENEZ

Düzenli aerobik egzersiz eğitimi kardiyovasküler ve kas iskelet sisteminde bir dizi adaptif değişikliğe yol açar. İskelet kası adaptasyonu oksidatif enzim aktivitesi, mitokondri sayısı ve büyüklüğündeki artış ile olur. İskelet kası anjiyogenezisi kapiller dansitesinde olan artışla dokunun vital kapasitesinde artma ve egzersiz kapasitesinde artışla görülür. Uzun süreli endurans egzersizleri sonrası anjiyogenezisin görüldüğü bilinmektedir. Richardson buna ek olarak hemen egzersiz sonrasında veya elektrik stimulasyonu sonrası anjiyogenezisin varlığını göstermiştir (34,35).

Richardson egzersize bağlı iskelet kası anjiyogenezinde VEGF'nin rolünü göstermiştir. Roca ve ark VEGF'nin aktif kas kontraksiyonda pasif hipoperfüzyone göre 3 kat yükseldiğini göstermiştir ve bunun intrasellüler PO2 yüzdesine bağlı değiştiğini ileri sürmüşlerdir. Egzersiz esnasında hipoksik gaz solunması VEGF salınımını daha da artırmıştır. Etkinin elde edilmesi için Aerobik sınırın üzerinde egzersize gerek olduğu bildirilmiştir (36). Sedanter bireylerde egzersiz sonrası VEGF değerlerinde artış olduğu ve egzersiz sonrası VEGF proteinlerinin hızla düştüğü fakat egzersiz eğitimi sonrası istirahat VEGF değerlerinin başlangıç değerlerine göre daha fazla olduğu bildirilmiştir. VEGF proteinlerini 30 dakikalık diz ekstansiyonu sonrası interstitiyal aralıkta artmış olarak bulunmuştur (36). Yapılan çalışmalar sağlıklı bireylerde egzersiz ile anjiyonegezin tetiklenebileceğini göstermektedir. Egzersizin şekli, miktarı kullanılacak grup ve yöntem ise istenilen etkiye göre çok çeşitli olabilecektir.

5. LİMİTASYONLAR

İnsan üzerinde araştırma yapılamadan önce hayvan deneyler ile metastaz riskini artırmadı gösterilmelidir. VEGF'in test edilmesi için gerekli olan Western Blot analizinin pahalı ve her merkezde olmaması. VEGF proteinlerinin kanda uzun süre kalmaması tespitini zorlaştırmaktadır. Sadece lenf metastazı yapan kanser türlerinde uygun bir program olup diğer çoğu kanser türünde tümör büyümesi ve metastazına katkı sağlayabilir. Kanser türü ve kullanılan ilaçların farklı olması uygun hasta popülasyonunu sağlamak güçtür.

6. SONUÇ

Kemoterapi ajanlarının hedef dokuya ulaşması için gerekli vasküler yapının olmaması dokuda kemoterapi etkinliğini azaltmaktadır. Dokuya ulaşan azalmış ilaç tümör hücre proliferasyonun tekrar artması ve hipoksiye bağlı anjiyogenezisin tekrar tetiklenmesi ile sonuçlanmaktadır. Ayrıca maturasyon için gerekli ilaç etkinliğini azaltmaktadır. Bu iki yolun birbiri üzerine negatif etkisi olduğu bilinmektedir. Kemoterapi ajanlarının hedef dokuya ulaşması için gerekli vasküler yapının olmaması dokuda etkinliğini azaltır. Dokuya ulaşan azalmış ilaç tümör hücre proliferasyonun tekrar artması ve hipoksiye bağlı anjiyogenezisin tekrar tetiklenmesi ile sonuçlanmaktadır. Ayrıca maturasyon için gerekli ilaç etkinliğini azaltmaktadır. Loges'in yaptığı çalışmada anti anjiyogenetik tedavi sonrası tümör hücresinde iskemiye bağlı salınan anjiyogetik faktörlerin arttığı ve öncesine göre daha fazla metastaza yol açtığı gösterilmiştir (37). Bu yüzden tüm yolların inhibisyonu yerine sadece lenfanjiyogenezin inhibisyonu amaçlanan tedaviler ortaya çıkmıştır. İzole lenfanjiyogenezin bloklanması VEGF-A ve VEGF-C'nin inhibisyonu ile sağlanılmaktadır. VEGF-A anjiyogenezde de rol oynadığı için tümör dokusuna olan kan akımında azalma görülmektedir bu ise kemoterapi ilaçlarının tümör nekrozu üzerine etkinliğini azaltmaktadır. Submaksimal düzeyin üzerinde yapılacak egzersizlerin sadece dokuda değil intrasellüler aralıkta da VEGF-B miktarını artırması tümör hücresine olan kan akımının devamı açısından anjiyogenezi tetiklemek adına uygun bir yöntem olarak kullanılabileceğini düşündürmektedir. Ayrıca VEGF-B VEGFR-1 komplesinin lenfanjiyogenezi tetikleyen bilinen bir etkisinin olmaması bireylerde metastaz riskini artırmadan güvenli bir ilaç tedavisi desteği olarak egzersizi desteklemektedir.

Özellikle çocukluk çağı kanserlerinde tümör nekrozu sonrası sağlıklı dokunun proliferasyonunun artırılması için verilen kombine tedavide tedavi etkinliğine katkı sağlayabilir. Farklı VEGF reseptörü ile tetiklendiği için teorikte tümör metastazını artırmayacağı düşünülmektedir. Egzersiz doku oksijenasyonunu limitlere taşıyacak şekilde aerobik sınırın üzerinde yapılırsa anjiyogenezisi tetikleyeceği daha önce gösterilmiştir fakat kanserli bireylerde çalışmaya rastlanmamıştır.

KAYNAKLAR

1 Hayward, R., Ruangthai, R., Schneider, C.M., Hyslop, R.M., Strange, R.,Westerlind, K.C. (2004) Training enhances vascular relaxation after chemotherapy-induced vasoconstriction. *Medicine and science in sports and exercise*, 36 (3), 428-434.

2 Amaral, S.L., Linderman, J.R., Morse, M.M.,Greene, A.S. (2001) Angiogenesis induced by electrical stimulation is mediated by angiotensin II and VEGF. *Microcirculation*, 8 (1), 57-67.

3 Linderman, J.R., Kloehn, M.R.,Greene, A.S. (2000) Development of an implantable muscle stimulator: measurement of stimulated angiogenesis and poststimulus vessel regression. *Microcirculation*, 7 (2), 119-128.

4 Gavin, T.P., Spector, D.A., Wagner, H., Breen, E.C.,Wagner, P.D. (2000) Effect of captopril on skeletal muscle angiogenic growth factor responses to exercise. *Journal of Applied Physiology*, 88 (5), 1690-1697.
5 Coultas, L., Chawengsaksophak, K.,Rossant, J. (2005) Endothelial cells and VEGF in vascular development. *Nature*, 438 (7070), 937-945.
6 Risau, W.,Flamme, I. (1995) Vasculogenesis. *Annual review of cell and developmental biology*, 11 (1), 73-91.
7 Ferrara, N. (2002) VEGF and the quest for tumour angiogenesis factors. *Nature Reviews Cancer*, 2 (10), 795-803.
8 Ferrara, N.,Kerbel, R.S. (2005) Angiogenesis as a therapeutic target. *Nature*, 438 (7070), 967-974.
9 Kerbel, R.S. (2008) Tumor angiogenesis. *New England Journal of Medicine*, 358 (19), 2039-2049.
10 Folkman, J. (1995) Angiogenesis in cancer, vascular, rheumatoid and other disease. *Nature medicine*, 1 (1), 27-30.
11 Griffioen, A.W. (2007) Therapeutic approaches of angiogenesis inhibition: are we tackling the problem at the right level? *Trends in cardiovascular medicine*, 17 (5), 171-176.
12 Gimbrone, M.A., Leapman, S.B., Cotran, R.S.,Folkman, J. (1972) Tumor dormancy in vivo by prevention of neovascularization. *The Journal of experimental medicine*, 136 (2), 261-276.
13 Almog, N., Ma, L., Raychowdhury, R., Schwager, C., Erber, R., Short, S. ve diğerleri. (2009) Transcriptional switch of dormant tumors to fast-growing angiogenic phenotype. *Cancer research*, 69 (3), 836-844.
14 Avraamides, C.J., Garmy-Susini, B.,Varner, J.A. (2008) Integrins in angiogenesis and lymphangiogenesis. *Nature Reviews Cancer*, 8 (8), 604-617.
15 Carmeliet, P.,Tessier-Lavigne, M. (2005) Common mechanisms of nerve and blood vessel wiring. *Nature*, 436 (7048), 193-200.
16 Shibuya, M.,Claesson-Welsh, L. (2006) Signal transduction by VEGF receptors in regulation of angiogenesis and lymphangiogenesis. *Experimental cell research*, 312 (5), 549-560.
17 Lohela, M., Bry, M., Tammela, T.,Alitalo, K. (2009) VEGFs and receptors involved in angiogenesis versus lymphangiogenesis. *Current opinion in cell biology*, 21 (2), 154-165.
18 Karpanen, T., Bry, M., Ollila, H.M., Seppänen-Laakso, T., Liimatta, E., Leskinen, H. ve diğerleri. (2008) Overexpression of vascular endothelial growth factor-B in mouse heart alters cardiac lipid metabolism and induces myocardial hypertrophy. *Circulation research*, 103 (9), 1018-1026.
19 Richardson, R., Wagner, H., Mudaliar, S., Henry, R., Noyszewski, E.,Wagner, P. (1999) Human VEGF gene expression in skeletal muscle: effect of acute normoxic and hypoxic exercise. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 277 (6), H2247-H2252.
20 Hiscock, N., Fischer, C.P., Pilegaard, H.,Pedersen, B.K. (2003) Vascular endothelial growth factor mRNA expression and arteriovenous balance in response to prolonged, submaximal exercise in humans. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 285 (4), H1759-H1763.
21 Brown, M.,Hudlicka, O. (2003) Modulation of physiological angiogenesis in skeletal muscle by mechanical forces: involvement of VEGF and metalloproteinases. *Angiogenesis*, 6 (1), 1-14.
22 Mujika, I.,Padilla, S. (2001) Muscular characteristics of detraining in humans. *Medicine and science in sports and exercise*, 33 (8), 1297-1303.
23 Gerber, H.-P.,Ferrara, N. (2000) Angiogenesis and bone growth. *Trends in cardiovascular medicine*, 10 (5), 223-228.
24 Fenwick, S., Gregg, P.,Rooney, P. (1999) Osteoarthritic cartilage loses its ability to remain avascular. *Osteoarthritis and Cartilage*, 7 (5), 441-452.
25 Hausman, M., Schaffler, M.,Majeska, R. (2001) Prevention of fracture healing in rats by an inhibitor of angiogenesis. *Bone*, 29 (6), 560-564.
26 Wong, S.Y.,Hynes, R.O. (2006) Lymphatic or hematogenous dissemination: how does a metastatic tumor cell decide? *Cell Cycle*, 5 (8), 812-817.
27 Wittekind, C. (2000). Diagnosis and staging of lymph node metastasis. Lymphatic Metastasis and Sentinel Lymphonodectomy (s. 20-28): Springer
28 Friedl, P.,Wolf, K. (2003) Tumour-cell invasion and migration: diversity and escape mechanisms. *Nature Reviews Cancer*, 3 (5), 362-374.
29 Padera, T.P., Kadambi, A., di Tomaso, E., Carreira, C.M., Brown, E.B., Boucher, Y. ve diğerleri. (2002) Lymphatic metastasis in the absence of functional intratumor lymphatics. *Science*, 296 (5574), 1883-1886.
30 Padera, T.P., Stoll, B.R., Tooredman, J.B., Capen, D., di Tomaso, E.,Jain, R.K. (2004) Pathology: cancer cells compress intratumour vessels. *Nature*, 427 (6976), 695-695.
31 He, Y., Kozaki, K.-i., Karpanen, T., Koshikawa, K., Yla-Herttuala, S., Takahashi, T. ve diğerleri. (2002) Suppression of tumor lymphangiogenesis and lymph node metastasis by blocking vascular endothelial growth factor receptor 3 signaling. *Journal of the National Cancer Institute*, 94 (11), 819-825.
32 Krishnan, J., Kirkin, V., Steffen, A., Hegen, M., Weih, D., Tomarev, S. ve diğerleri. (2003) Differential in vivo and in vitro expression of vascular endothelial growth factor (VEGF)-C and VEGF-D in tumors and its relationship to lymphatic metastasis in immunocompetent rats. *Cancer research*, 63 (3), 713-722.
33 Karpanen, T., Egeblad, M., Karkkainen, M.J., Kubo, H., Ylä-Herttuala, S., Jäättelä, M. ve diğerleri. (2001) Vascular endothelial growth factor C promotes tumor lymphangiogenesis and intralymphatic tumor growth. *Cancer research*, 61 (5), 1786-1790.
34 Richardson, R., Wagner, H., Mudaliar, S., Saucedo, E., Henry, R.,Wagner, P. (2000) Exercise adaptation attenuates VEGF gene expression in human skeletal muscle. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 279 (2), H772-H778.
35 Yao, Z., Lafage□Proust, M.H., Plouët, J., Bloomfield, S., Alexandre, C.,Vico, L. (2004) Increase of both angiogenesis and bone mass in response to exercise depends on VEGF. *Journal of Bone and Mineral Research*, 19 (9), 1471-1480.
36 Kraus, R.M., Stallings, H.W., Yeager, R.C.,Gavin, T.P. (2004) Circulating plasma VEGF response to exercise in sedentary and endurance-trained men. *Journal of Applied Physiology*, 96 (4), 1445-1450.
37 Loges, S., Mazzone, M., Hohensinner, P.,Carmeliet, P. (2009) Silencing or fueling metastasis with VEGF inhibitors: antiangiogenesis revisited. *Cancer cell*, 15 (3), 167-170.

Egzersizin Bağırsak Üzerine Etkisi

Fzt Utku BERBEROĞLU
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
e-mail: utku.berberoglu@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Bağırsak, egzersizden en çok etkilediği organlardandır. Son çalışmalar, bağırsaklar içinde yaşayan mikroorganizmalardan oluşan bağırsak mikrobiyomunun, metabolizması karaciğere denk bir salgı organı olduğunu ortaya koymuştur. Mikrobiyomun salgıları beyin, iskelet kası gibi uç organlara bile etki edebilmektedir. Egzersizin hem bağırsağın kendisi hem de bağırsak mikrobiyomu üzerinde etkili olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Bu etkiler hem yararlı olduğu kadar zararlı da olabilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Egzersiz, bağırsak, bağırsak mikrobiyomu

ABSTRACT

Intestines are the most effected organs from exercise. Recent studies has shown that gut microbiome which compose of microrganisms in the intestine is an endocrin organ which metabolism as big as liver. The secretions of microbiome can effect distal sites such as brain, skeletal mucles etc. There are stuies that exercise effect on both intestine and microbiome. This effects coluld be beneffical as well as harmful.

Keywords: Exercise, ıntestine, bowel, gut microbiome

1. GİRİŞ

Egzersiz, tüm vücutta homeostazda dalgalanmalara yol açar. Bu dalgalanmaların en çok görüldüğü organlardan biri de bağırsaklardır. Son yıllarda yapılmış çalışmalar bağırsakların sindirim organı olmasının yanında, bağışıklık sisteminden, sinir sistemine, kaslardan, enerji metabolizmasına kadar vücudun hemen her organı üzerinde etkili olduğunu göstermiştir. Yine sınırlı olmasına karşın dikkat çekici çalışmalar egzersizin tüm vücut üzerinde gösterdiği etkilerin, bağırsağı etkileyerek ortaya çıkabileceğini düşündürmektedir.

Egzersizin bağırsak üzerinde etkili oluğu uzun yıllardır bilinmesine karşın bu etkinin hangi yolla olduğu açıkça ortaya konulamamıştır. Bu yazıda bağırsağın insan vücudu üzerinde yeni bulunan etkilerine de kısaca değinilecek ve egzersizin bağırsakları ve bağırsaklar üzerinden tüm vücudu nasıl etkilediği tartışılacaktır.

2. BAĞIRSAKLARIN YAPISI

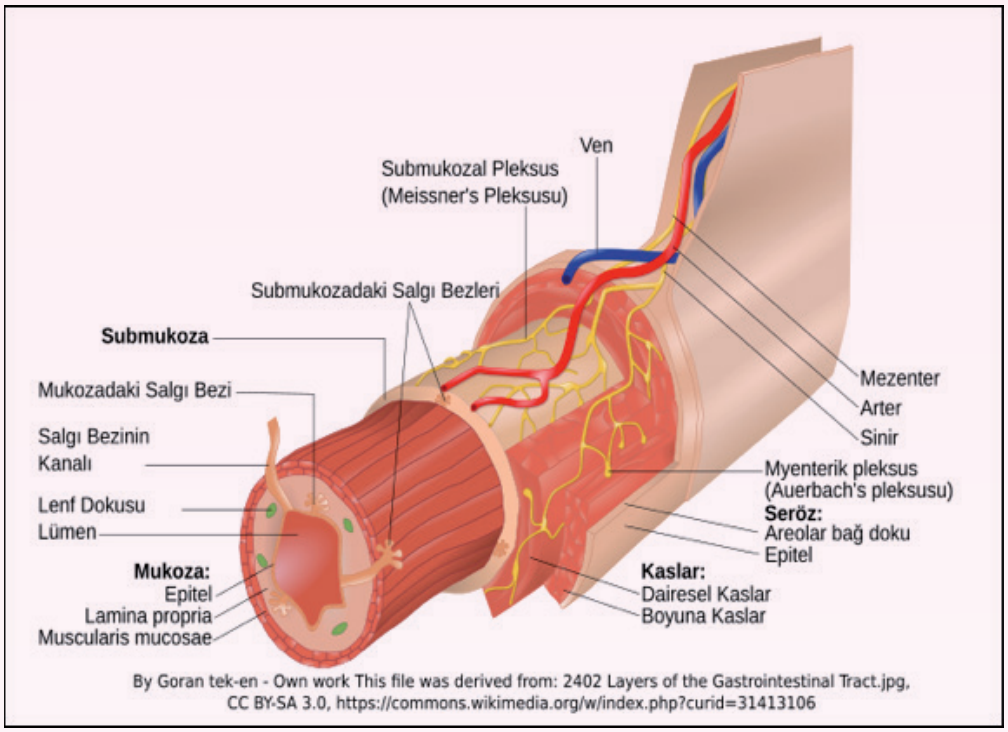
Bağırsakların temel görevi sindirim ve emilimdir. Bağırsaklar yoğun bir kas tabakasından oluşmaktadırlar. Sindirimin ve içindeki besinlerin ilerleyebilmesi için, çok çeşitli hareket kalıpları ile hareket edebilirler. Bu hareketler çoğunlukla parasempatik liflerden oluşan myenterik pleksus tarafından kontrol edilir. Salgı bezleri ise submukozal pleksus tarafından kontrol edilir (1).

Bağırsak kimyasal olarak oldukça fazla duyu girdisi alır. İnce bağırsaklara parasempatikler n. vagus'tan sempatikler ise T9-L1 segmentlerden gelir. Kalın bağırsakların parasempatik siniri flexura coli sinistraya kadar n. vagus, bundan sonrası ise S2-4 kaynaklı parasempatik liflerdir. Sempatik sinirler n. splancnicus'tan gelir(1).

3. BAĞIRSAK MİKROBİYOMU

Bağırsak 200 m^2 olan yüzeyinin içerisinde, 100 trilyon küçük canlıdan oluşan, binden fazla farklı tür içeren ve 3 milyon gen ile insandan 150 kat fazla gen içeren bağırsak mikrobiyomunu bulundurmaktadır. Bağırsak mikrobiyomunun ağırlığı toplamda 2 kg kadar tutmaktadır (2).

Bağırsak mikrobiyomunu oluşturan canlılar, çok sayıda salgı üretir ve bu salgılar tüm vücutta etki gösterir. Bu nedenle son yıllarda sindirim sistemi mikrobiyomuna unutulmuş/ihmal edilmiş endokrin organ denilmektedir (3). Bu organın



Şekil 1. Bağırsakların yapısı (1)

metabolizmasının karaciğere denk olduğu belirtilmiştir. Salgıladığı salgılar ve görevleri Tablo 1'de gösterilmiştir (3).

Gut mikrobiyomundaki değişikliklerin birçok hastalığın etyolojisinde rol oynadığı düşünülmektedir. Bu hastalıkları bazıları aşağıdadır:

Tablo 1: Sindirim Sistemi Mikrobiyomunun Salgıları ve Olası Görevleri (Clarke vd. 2014'ten alınmıştır.)

Sınıf	Örnekler	Fonksiyonlar	Yorum
Kısa Zincirli Yağ Asitleri Asetat Bütrat Propionat		Enerji kaynağı Konağın metabolizması üzerinde etkili Sinyal molekülü	Doğrudan bakteri tarafından üretilir. Epigenetik ve reseptör tarafından düzenlenen etkilere sahiptir. Otizm benzeri davranışlarla ilişkili etkilere sahiptir.
Nörotransmitteler	Seratonin Dopamin Noradrenalin GABA	Ruh Hali, Duygu, Biliş, Ödül (Merkezi Sinir Sistemi) Motilite/Sekresyon (Bağırsağın Sinir Sistemi)	Doğrudan bakteri tarafından üretilebilir, ya da dolaylı olarak yönlendirilebilir.
Nöroaktif bileşiklerin öncüleri	Triptofan Kinurenin L-dopa	5-HT Kinurenik Asit, quinolinic asit, dopamin'in öncüleri	Kinurenin kendi başına, mikrobiyom tarafından üretilen triptofanın bir metabolitidir.
Safra Asitleri	İkincil safra asitleri	Antimikrobiyal Konak metabolizması	Safra asiti reseptörleri ile ilgili etki gösterir.
Kolin metabolitleri	Trimetilamin	Yağ metabolizması (kolin)	Karaciğerde kardiyovaskiler hastalıkla ilişkili olan trimetilamin-N-oxide'e metabolize edilir.
HPA hormonları	Kortizol	Stres yanıtı Konak motabolizması Yangı Karşıtı (Anti-inflamatuar) Yara iyileşmesi	Dolaylı düzenlenme; HPA endokrin olağandışılıklar stresle ilişkili psikolojik rahatsızlıklarda baskındır.
Gastrointestinal Hormonlar	Grelin Leptin Glukagon-like-peptide-1 PYY	Konak metabolizması İştah düzenlenmesi Gastrointestinal motilite/salgı	Dolaylı düzenlenme; Kısa Zincirli yağ asitleri üzerinden dolaylı düzenlenme olası

- Obezite (4)
- Metabolik Sendrom (5)
- Tip I ve Tip II Diyabet (6)
- Alerjik Hastalıklar, (7)
- Bebeklerdeki Besin Alerjisi (8)
- Romatoid Artrit (9)
- Ankilozan Spondilit (10)
- Otizm (11)

4. EGZERSİZİN BAĞIRSAK ÜZERİNE ETKİSİ

4.1. Kan Akımı

Egzersiz sırasında, artmış sempatik sinir sistemi ekinliği, düşmüş parasempatik sinir sistemi etkinliği(vagal tonus), bağırsaklara giden kan akımının azalmasına yol açar. Bu azalma egzersizin şiddetine bağlı olarak hafif düzeyden, şiddetli iskemilere kadar değişebilir. Uzun mesafe koşucuların neredeyse yarısında diare vb. sorunlar görüldüğü bildirilmiştir. Özellikle uzun süren zorlu spor etkinliklerinde bu durum daha sık görülür. En üst düzey aerobik egzersizde bağırsak ve dalak kanlanması %80'e kadar azalabilir(12).

Bağırsağa giden kan akımının azalmasının en büyük zararı kanlanma yeniden sağlandığında ortaya çıkan oksidatif baskı(stres) nedeniyle oluştuğu bildirilmiştir. Bağırsak epitelyum hücreleri arasındaki sıkı bağlantıları oluşturan proteinler, ısı ve oksidatif baskı nedeniyle bozulmaya uğramaktadır. Bu da bağırsak lümenindeki endotoksinlerin kan dolaşımına katılarak sistemik yangı oluşturmasına yol açmaktadır (13).

Egzersizin süresi ve şiddeti arttıkça, sindirim sistemi ile ilgili yakınmaların arttığı bilinmektedir (12). Ancak egzersiz açısından eğitimli olma durumu ve egzersizin şiddetinin göreceli olarak azaltılması bağırsaklara giden kan akımındaki azalmayı azaltarak egzersize bağlı sindirim sistemi sorunlarını azalttığı belirtilmiştir (12).

4.2. Motilite ve Besinlerin Geçiş Süresi Üzerine Etkisi

Motilite iç organların kendiliğinden olan hareketleridir. Bağırsakta motilite hızı besinlerin geçiş süresini belirler.

Bu konuda yapılmış çalışmalar birbiri ile oldukça tutarsız sonuçlara sahiptirler. Alandaki çalışmaların özeti tabloda görülebilir. Sonuçlar tartışmalı olmasına karşın şu noktalarda yoğunlaşmaktadır:

- Düşük şiddetli aerobik egzersizler bağırsak motilite hızını etkilemezken, yüksek şiddetli aerobik egzersiz besinlerin geçiş hızını etkileyebilir (12).
- Özellikle sporcularda spora bağlı görülen sindirim sistemi yakınmalarının besinlerin geçiş süresi ile ilgisi yoktur. Diğer mekanizmalar düşünülmelidir (14).
- Besinlerin geçiş hızı spor sırasında azalmakta, spordan sonra artmaktadır (15).
- Motilitenin egzersize bağılı değişimin iki nedeni üzerinde durulmuştur. Egzersiz sırasında azalma ve sonra artma, sempatik ve parasempatik sistemlerin etkinlikleri ile uyumludur. Bir görüş de artan diyaframhareketinin bağırsak hareketini dolaylı olarak arttırdığıdır (16).
- İlginç bir şekilde kuvvet eğitimin de bağırsak iletim hızını arttırabileceği gösterilmiştir(17). Bunun mekanizması ise bilinmemektedir.

Konstipasyonun nedenleri arasında yetersiz lifli diyet ve sıvı alınmaması ve egzersiz üçlüsünün etkili olduğu görüşü yaygındır. Buna karşın yaptıkları sistematik derlemede, Leung ve arkadaşları, egzersiz ve konstipasyon arasındaki ilişki inceleyen çalışmaların düşük ile orta arasında olduğunu belirtmişlerdir (18).

2015 yılında Türkiye'de Üniversite öğrencileri arasında yapılan bir çalışmada fiziksel etkinliği az olanlarda konstipasyon fazla olduğu gösterilmiştir (19).

4.3. Vagus Üzerinden Etkisi

Egzersizin bağırsak üzerinde vagal tonusu etkileyerek etkili olduğu düşünülmektedir (2). Bazı çalışmalar egzersizin vagal tonus üzerinde etkili olduğunu işaret etmesine karşın, egzersizin etkili olmadığı gösterilen çalışmalar da vardır. Bazı çalışmalar vagus'un yangı karşıtı(anti-inflamatuar) etki gösterdiğini belirtmektedir(25).

Li ve arkadaşları egzersizin obez adölesanlarda vagal tonusu yükselttiğini göstermiştir (26). 2015 yılında Peter ve diğerleri, yoga uygulayıcıları, atletler ve sedanterlerin vagal tonuslarını kalp hızı değişkenliği(hearth rate variability - HRV) üzerinden belirlemişler, yoga uygulayıcılarının, diğer iki gruptan daha yüksel vagal etkinliğe sahip olduğu bulmuşlardır (27). Masson ve diğerleri, kendiliğinden hipertansif fareler üzerinde yaptıkları çalışmada, egzersizin otonomik disfonksiyonu normalize ettiğini bulmuşlardır (28).

Vagus'un depresyon, yangılı(inflamatuar) bağırsak hastalığı, huzursuz bağırsak sendromu,

Tablo 2: Egzersizin bağırsak motilitesi üzerine etkisini inceleyen çalışmalar ve sonuçları.

Çalışma	Katılımcılar	Yıl	Yöntem	Yanlılık?	Sonuç
(20)	Sağlıklı İnsanlar	2014	30 dk. Egzersiz (Şiddeti ve tipi belirtilmemiş.)	Egzersizin tipi ve şiddeti belli değil.	Egzersiz ince bağırsak taşıma sırası üzerinde etkili değil.
(21)	Fare	2007	24 fare akut zorlayıcı egzersiz ve kontrol grubu olarak ikiye ayrılmış.	Daha sonra ne olmuş, ölçüm yapılmamış.	Akut zorlu egzersiz grubunda geçiş hızında yavaşlama görülmüş.
(14)	Atletler	2004	11 kadın atlet alınmış. İki girişim, 6 saat dinlenme süresince ölçüm alınmış. Ardından 1 saat >70% VCO 2max. kros koşusu sırasında ölçüm alınmış.	-	Her iki sezondaki hız benzer bulunmuş.
(22)	Spora Bağlı Sindirim Sistemi Yakınması Olan ve Olmayan Atletler	2004	10 bulgulu ve 10 bulgusuz atlet, dinlenme, maksimal gücün %70'inde bisiklete binme ve koşma sırasında değerlendirilmiş.	Bağırsak tek başına ölçülmemiş.	Dinlenme ile etkinlik arasında fark yokmuş. Bulgusu olanlarda egzersiz sırasındaki genel sindirim sistemi iletim hızı azalmış.
(23)		1999	Gücün %70'inde egzersizin oroçekal iletim süresine etkisini incelemiş. Bisiklet egzersizi kullanılmış.		Mide boşalma süresi ve oroçekal iletim hızında farklılık gözlenmemiş.
(17)	7 sağlılık, egzersiz eğitimsiz erkek	1992	13 hafta tüm vücut güç eğitimi, hem ağızdan çekuma, hem de tüm bağırsak iletim süresi ölçülmüş. Ölçğmler eğitim programından önce ve sonra yapılmış.	İyi metooloji, diyet vb. standartlaştırılmış. Önceki ölçümler iyi yapılmış.	Tüm bağırsak hızı artmış. Ağızdan çekuma hız ise aynı kalmış.
(24)	Ulaşılanamdı.	1982	Midedeki bir metalin hızını incelemişler. Radyografi kullanmışlar.	Sadece özete ulaşılabildi. Ayrıntılar bulunmuyor.	Egzersiz ile mide boşalma süresi artmış. Bağırsak iletim hızı ise aynı kalmış.

epilepsi, tedaviye dirençli depresyon, romatoid artrit gibi hastalıklarda etkili olduğu düşünülmektedir. Vagal sinirin eksternal stimülatörlerle uyarılmasının bu hastalıklarda etkili olduğu gösterilmiştir (2).

4.4. Myokinlerin Etkisi

Kastan glikojen depolarının boşalması ile salınımı artan interlökin-6 myokini bağısaklardan glikojen like pepdit – 1(GLP-1) salgılanmasına neden olur. GLP-1 de pankreastan insülin salınımını arttırır(29).

5. EGZERSİZİN BAĞIRSAK MİKROBİYOMU ÜZERİNE ETKİSİ

İnsan bağırsağındaki mikrobiyomun bir bölümü sabittir. Buna insan çekirdek mikrobiyomu denilmektedir. Ama bir kısmı kişiden kişiye değişmektedir. Bu bölümü etkileyen etmenler şunlardır (30):

- Konağın yaşam biçimi / diyeti
- Konağın genetiği
- Konağın fizyolojisi
- Konağın bağışıklık sistemi
- Konağın yaşadığı çevre
- Konağın patobiyolojisi
- Geçici topluluk üyeleri

Son yıllarda yapılan bazı çalışmalar egzersizin gut mikrobiyomunu olumlu ve olumsuz yönde etkileyebileceğini göstermiştir. Bu çalışmalar aşağıda incelenmiştir:

5.1. Farelerde Yiyecek Kısıtlılığı ve Gönüllü Egzersizin Sindirim Sistemi Mikrobiyomu Üzerine Etkisi

İlgili çalışmada, farklı fiziksel etkinlik ve beslenme düzeylerinin sindirim sistemi mikrobiyomunu etkilediği gösterilmiştir. Buna ek olarak egzersizle birlikte artan bakterilerin(özellikle Lactobasillius), leptin hormonunun salınımını arttırdığı gözlenmiştir (31).

5.2. Farelerde Kontrollü Egzersiz

Petriz ve diğerleri, 2014 yılında obez olan, obez olmayan ve hipertansiyonu olan farelerde, kontrollü koşu bandı egzersizinin, bağırsak mikrobiyomu üzerinde etkisini incelemişlerdir (32). Egzersizin hipertansiyonu olan ve bez farelerde gut mikrobiyonu değiştirdiği gözlemlemişlerdir. Üstelik Queipo-Ortun˜o ve arkadaşlarının çalışmasında(31) olduğu gibi leptin hormonu üzerinde etkili bulunan bakteri ailelerinde (lactobaillius gibi) artış gözlenmiştir.

5.3. İnsanlarda Egzersiz

Egzersizin, sindirim sistemi mikrobiyomu üzerinde etkisini, insanlarda inceleyen yalnızca iki çalışma bulunmaktadır.

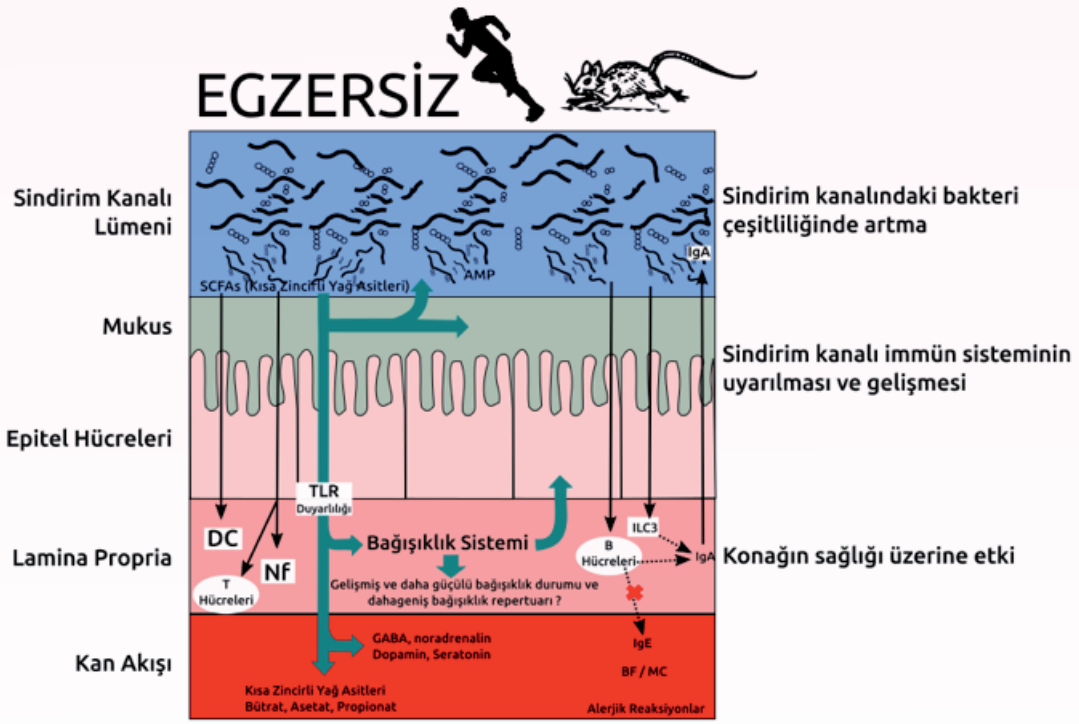
Santacruz ve arkadaşları, 2009 yılında obez gençlerde yaptıkları, kalori kısıtlamalı diyet ve fiziksel etkinlik artırımının sindirim sistemi mikrobiyomu ile ilişkisini incelemişlerdir (33). Çalışmada iki grup oluşturulmuş ve gruplardan biri sadece kalori kısıtlamalı diyet alırken, grupta ek olarak fiziksel etkinlikte artış sağlanmış. Beklenildiği gibi ek olarak egzersiz alan gruptakiler, 2 kilodan az kaybeden kontrol gruptakilerinin aksine, 4 kilodan fazla kaybetmiş. Bağırsak bakterileri de incelenmiş. Her iki grupta da bağırsak mikrobiyomunda değişiklik gözlenmiş. Buna karşın yüksek kilo kaybeden grupta toplam bakteri sayısı daha fazla bulunmuştur. Aynı zamanda bazı bakteri türleri fazla iken, bazılarıysa az bulunmuştur. Bu çalışmada fiziksel etkinlik ve düşük kalorili diyetin, kilo kaybı yolu ile bağırsak mikrobiyomu üzerinde etkili olduğunu işaret edilmiştir.

Clark vd.'nin 2011'de yaptıkları çalışmada profesyonel ragbi oyuncularında, sindirim sistemi mikrobiyomu çeşitliliğinin yaş, cinsiyet ve fiziksel boyut açısından eşleştirilmiş sağlık erkek kontrollerden belirgin şekilde fazla olduğunu ortaya konulmuştur (34). Protein tüketiminin gut mikrobiyomu çeşitliliğini arttırdığı zaten bilinmektedir. Bu çalışmada yüksekliğin diğer bir nedeni olarak sporcuların plazma keratin kinaz değerlerindeki yükseklik gösterilmiştir.

5. EGZERSİZİN BAĞIRSAK MİKROBİYOMU YOLUYLA BAĞIŞIKLIK SİSTEMİ ÜZERİNE ETKİSİ

Egzersizin insanın bağışıklık sistemini destekleyici etkisi iyi bilinmektedir. Bunun bir yolunun da bağırsaklar üzerinden olduğu düşünülmektedir. Egzersizin sisndirim sistemi mikrobiyomu üzerinden bağışıklık sistemi üzerindeki "olası" etki yolları Bermon ve arkadaşlarının makalesinde şu şekilde özetlenmiştir(2):

- Toll Like Reseptörlerin hassasiyetinde gelişme
  - Patojenlerin belirlenmesi ve tanınması
- Kısa Zincirli Yağ Asitleri
  - Dendiritik hücreleri uyarma
  - Yangı karşıtı etki



Şekil 2: Egzersizin Bağırsak Mikrobiyomu Yoluyla Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkisi (2)

- T hücreleri ve nötrofilleri uyarma
  - Hastalık yapıcı türlerin yayılmasının engellenmesi
- B Hücreleri üzerinde
  - IgA üretimi IgE'ye göre yükselmesi
- ILC3 hücreleri üzerinde
  - IgA üretimi IgE'ye göre yükselmesi
  - IL-22
    - Epitel hücrelerini koruyucu etki
- GABA, Noradrenalin, Dopamin, Seratonin gibi nörotranmitterler yolu ile etki gösterir.

6. SONUÇ

Egzersizin bağırsak üzerine etkileri şu şekilde özetlenebilir:

- Egzersiz insan sağlığı üzerinde sindirim kanalı bakterilerini etkileyerek etki gösteriyor olabilir.
- Bu etkiler hem yararlı, hem de zararlı olabilir.
- Düzenli, orta şiddette aerobik egzersiz bazı bağırsakla ilgili hastalıklarda çeşitli yararlara sahiptir.
- Düzenli egzersiz yangı karşıtı bir etki gösterir. Bu da yangısal ve metabolik hastalıkların tedavisinde kullanılabilir.
- Aşırı ve uzamış egzersiz bağırsak fonksiyonu üzerinde oldukça zararlı etkiye sahiptir. Egzersiz reçete ederken bu göz önüne alınmalıdır.

TEŞEKKÜR

Bölümün hazırlanmasında katkılarından ve değerli yönlendirmelerinden dolayı sayın Prof. Dr. Edibe ÜNAL'a teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

1 Arifoğlu, Y. (2010). Anatomi Metabolizma Ders Notları. Bolu: Abant İzzet Baysal Üniversitesi.
2 Bermon, S., Petriz, B., Kajeniene, A., Prestes, J., Castell, L.,Franco, O.L. (2015) The microbiota: an exercise immunology perspective. *Exerc Immunol Rev*, 21, 70-79.
3 Clarke, G., Stilling, R.M., Kennedy, P.J., Stanton, C., Cryan, J.F.,Dinan, T.G. (2014) Minireview: Gut microbiota: the neglected endocrine organ. *Molecular endocrinology*, 28 (8), 1221-1238.
4 Scarpellini, E., Campanale, M., Leone, D., Purchiaroni, F., Vitale, G., Lauritano, E.C. ve diğerleri. (2010) Gut microbiota and obesity. *Internal and emergency medicine*, 5 (1), 53-56.
5 Delzenne, N.M., Neyrinck, A.M.,Cani, P.D. (2011) Modulation of the gut microbiota by nutrients with prebiotic properties: consequences for host health in the context of obesity and metabolic syndrome. *Microbial cell factories*, 10 (1), 1.
6 Giongo, A., Gano, K.A., Crabb, D.B., Mukherjee, N., Novelo, L.L., Casella, G. ve diğerleri. (2011) Toward defining the autoimmune microbiome for type 1 diabetes. *The ISME journal*, 5 (1), 82-91.
7 Brown, E.M., Arrieta, M.-C.,Finlay, B.B. (2013) A fresh look at the hygiene hypothesis: How intestinal microbial exposure drives immune effector responses in atopic disease. *Seminars in Immunology*, 25 (5), 378-387.
8 MacDonald, T.T.,Monteleone, G. (2005) Immunity, inflammation, and allergy in the gut. *Science*, 307 (5717), 1920-1925.
9 Scher, J.U.,Abramson, S.B. (2011) The microbiome and rheumatoid arthritis. *Nature Reviews Rheumatology*, 7 (10), 569-578.
10 Rosenbaum, J.T.,Davey, M.P. (2011) Time for a gut check: evidence for the hypothesis that HLA–B27 predisposes to ankylosing spondylitis by altering the microbiome. *Arthritis & Rheumatism*, 63 (11), 3195-3198.
11 de Theije, C.G.M., Wopereis, H., Ramadan, M., van Eijndthoven, T., Lambert, J., Knol, J. ve diğerleri. (2014) Altered gut microbiota and activity in a murine model of autism spectrum disorders. *Brain, Behavior, and Immunity*, 37, 197-206.
12 Brouns, F.,Beckers, E. (1993) Is the gut an athletic organ? *Sports Medicine*, 15 (4), 242-257.
13 Zuhl, M., Schneider, S., Lanphere, K., Conn, C., Dokladny, K.,Moseley, P. (2014) Exercise regulation of intestinal tight junction proteins. *British Journal of Sports Medicine*, 48 (12), 980-986.
14 Rao, K.A., Yazaki, E., Evans, D.F.,Carbon, R. (2004) Objective evaluation of small bowel and colonic transit time using pH telemetry in athletes with gastrointestinal symptoms. *British Journal of Sports Medicine*, 38 (4), 482-487.
15 Rao, S.S., Beaty, J., Chamberlain, M., Lambert, P.G.,Gisolfi, C. (1999) Effects of acute graded exercise on human colonic motility. *American Journal of Physiology-Gastrointestinal and Liver Physiology*, 276 (5), G1221-G1226.
16 Koffler, K.H., Menkes, A., Redmond, R.A., Whitehead, W.E., Pratley, R.E.,Hurley, B. (1992) Strength training accelerates gastrointestinal transit in middle-aged and older men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 24 (4), 415-419.
18 Leung, L., Riutta, T., Kotecha, J.,Rosser, W. (2011) Chronic constipation: an evidence-based review. *The Journal of the American Board of Family Medicine*, 24 (4), 436-451.
19 Karakaya, İ.Ç., Kılıç, Z., Yılmaz, Ü.,Karakaya, M.G. (2015) Üniversite öğrencilerinde konstipasyon problemi ve fiziksel aktivite düzeyi ilişkisi. *TAF Prev Med Bull*, 14 (4), 329.
20 Prakash, M., Fried, R., Götze, O., May, F., Frings-Meuthen, P., Mulder, E. ve diğerleri. (2015) Microgravity Simulated by the 6° Head-Down Tilt Bed Rest Test Increases Intestinal Motility but Fails to Induce Gastrointestinal Symptoms of Space Motion Sickness. *Digestive Diseases and Sciences*, 60 (10), 3053-3061.
21 Lei, Y.N.,Ding, Y.M. (2007) [Effect of acute exhaustive exercise on gastrointestinal transit rate and nitrergic nerves in myenteric plexus in rats ileum]. *Zhongguo ying yong sheng li xue za zhi = Zhongguo yingyong shenglixue zazhi = Chinese journal of applied physiology*, 23 (2), 218-220.
22 van Nieuwenhoven, M.A., Brouns, F.,Brummer, R.J.M. (2004) Gastrointestinal profile of symptomatic athletes at rest and during physical exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 91 (4), 429-434.

23 Van Nieuwenhoven, M.A., Brouns, F.,Brummer, R.J.M. (1999) The effect of physical exercise on parameters of gastrointestinal function. *Neurogastroenterology and Motility*, 11 (6), 431-439.
24 Cammack, J., Read, N.W., Cann, P.A., Greenwood, B.,Holgate, A.M. (1982) Effect of prolonged exercise on the passage of a solid meal through the stomach and small intestine. *Gut*, 23 (11), 957-961.
25 Matteoli, G.,Boeckxstaens, G.E. (2013) The vagal innervation of the gut and immune homeostasis. *Gut*, 62 (8), 1214-1222.
26 Li, G.X., Wang, Z.Y., Lyu, W.,Zhao, L.J. (2014) Influence of aerobic exercise in heart rate variability in obese adolescents. *Journal of Jilin University Medicine Edition*, 40 (5), 1093-1097.
27 Peter, R., Sood, S.,Dhawan, A. (2015) Spectral parameters of HRV in yoga practitioners, athletes and sedentary males. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 59 (4), 380-387.
28 Masson, G.S., Nair, A.R., Soares, P.P.S., Michelini, L.C.,Francis, J. (2015) Aerobic training normalizes autonomic dysfunction, HMGB1 content, microglia activation and inflammation in hypothalamic paraventricular nucleus of SHR. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*, 309 (7), H1115-H1122.
29 Hazell, T.J., Islam, H., Townsend, L.K., Schmale, M.S.,Copeland, J.L. (2016) Effects of exercise intensity on plasma concentrations of appetite-regulating hormones: Potential mechanisms. *Appetite*, 98, 80-88.
30 Turnbaugh, P.J., Ley, R.E., Hamady, M., Fraser-Liggett, C.M., Knight, R.,Gordon, J.I. (2007) The human microbiome project. *Nature*, 449 (7164), 804-810.
31 Queipo-Ortuño, M.I., Seoane, L.M., Murri, M., Pardo, M., Gomez-Zumaquero, J.M., Cardona, F. ve diğerleri. (2013) Gut microbiota composition in male rat models under different nutritional status and physical activity and its association with serum leptin and ghrelin levels. *PloS one*, 8 (5), e65465.
32 Petriz, B.A., Castro, A.P., Almeida, J.A., Gomes, C.P., Fernandes, G.R., Kruger, R.H. ve diğerleri. (2014) Exercise induction of gut microbiota modifications in obese, non-obese and hypertensive rats. *BMC genomics*, 15 (1), 1.
33 Santacruz, A., Marcos, A., Wärnberg, J., Martí, A., Martin□Matillas, M., Campoy, C. ve diğerleri. (2009) Interplay between weight loss and gut microbiota composition in overweight adolescents. *Obesity*, 17 (10), 1906-1915.
34 Clarke, S.F., Murphy, E.F., O'Sullivan, O., Lucey, A.J., Humphreys, M., Hogan, A. ve diğerleri. (2014) Exercise and associated dietary extremes impact on gut microbial diversity. *Gut*, gutjnl-2013-306541.

Foot Core Sistemi - Ayak İntrinsik Kaslarının Önemi

Uzm Fzt Şulenur YILDIZ, Prof Dr Nilgün BEK
Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
e-mail: sulenur.subasi@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Vücudun yerle temasından sorumlu yapıları olan ayaklar, aynı zamanda kendine özgü fonksiyonel yapısı ile postüral stabiliteyi geliştirirken, lokomasyon ve ayakta durma sırasında şokların absorbsiyonu ve ağırlık taşımanın gerçekleşmesini de sağlar. Lokomasyon ve stabilite sırasında ayağın fonksiyonel bütünlüğü için tibiotalar, subtalar ve distal tibiotalar eklemler kadar kemik, ligamentöz ve kassal yapıların uyumlu çalışması gerekir. Bu çok elemanlı ilişki, vücudun merkezindeki lumbopelvik bölgenin elemanlarının gövde kontrolündeki *core stabilizasyon* fonksiyonu ile benzerdir. Kemik, ligament ve fasya ayakta pasif yapıyı oluştururken, aktif yapı ekstrinsik ve intrinsik kaslar tarafından sağlanır. Gövdenin global hareket ettirici kaslarının yerini ayakta büyük hareketler açığa çıkaran ekstrinsik kaslar alırken, lokal stabilizatörlerin görevini ayakta dört katman halindeki intrinsik kaslar sağlar. Aynı başlık altında tanımlanmalarına rağmen bu kaslar kendi içlerinde yapısal ve fonksiyonel olarak çeşitliyken, genel olarak ayak arklarının harekete uyumunun hızı ve postüral kontrol sırasında aktiflerdir. İntrinsik kasların bu kontrolü bozulduğunda ayakta anormal hareketler kaçınılmazdır. Günümüzde bu kaslara yönelik değerlendirme ve kuvvetlendirme açısından farkındalık artmaktadır. Kısa ayak egzersizleri olarak adlandırılan izole intrinsik kas kasılmasını içeren egzersizlerin ark düşüklüğünü azalttığı ve dengeyi arttırarak fonksiyonu geliştirdiği gösterilmiştir. Ayağın merkezi yapısını değerlendiren ve özellikle intrinsik kaslara odaklanan çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: Ayak, intrinsik kaslar, foot core, kısa ayak egzersizleri

ABSTRACT

Feet as parts of the body responsible for contacting with ground not only develop postural stability with its peculiar functional structure, but also absorb shocks during standing and carrying weight. As well as tibiotalar, subtalar and distal tibiotalar joints; bones, ligamentous and muscular structures require to work in harmony for functional integrity during locomation and stability. This multi-directional relation is similar to core stabilization feature of lumbopelvic area which is in the center of the body. While bones, ligaments and fascia form passive structures, extrinsic and intrinsic muscles constitute active structures. Global mover muscles of body are replaced by extrinsic muscles in the foot and local stabilizators' roles are performed by four layered intrinsic muscles which are varied in structure and function, even they are defined in same muscle group. They are active during postural control and adaption to movement. In case of destruction in control of intrinsic muscles, abnormal movements of foot are inevitable. Nowadays, awareness for evaluation and strengthtening of these muscles are increasing. Short foot exercises including isolated intrinsic muscle contraction were shown to improve function as decreasing low arch and increasing balance. There is need to do studies evaluating foot core structure and intrinsic muscles specially.

Keywords: Foot, intrinsic muscles, foot core short foot exercises

1. GİRİŞ

Ayaklarımız ayakta dururken vücudumuza destek yüzeyi sağlayan, adapte olma yeteneği sayesinde farklı zeminlere uyum gösterebilen ve yürüyüş sırasında esnek ya da rijit olarak fonksiyonel değişimlere uğrayarak üst ekstremite ve gövdeden gelen enerjiyi yere aktarmayı sağlayabilen önemli uzuvlarımızdır.

Bu bölümde ayağın anatomik yapısından ve fonksiyonlarından kısaca bahsedilip, ayak fonksiyonelliğinde anahtar rolü olan intrinsik kasların öneminden, ayak yapılarının oluşturduğu core sistemden ve bu sistemin dinamik bir ayak stabilitesi ile sensoriomotor sistemin sağlığı için taşıdığı kritik önemden bahsedilecektir.

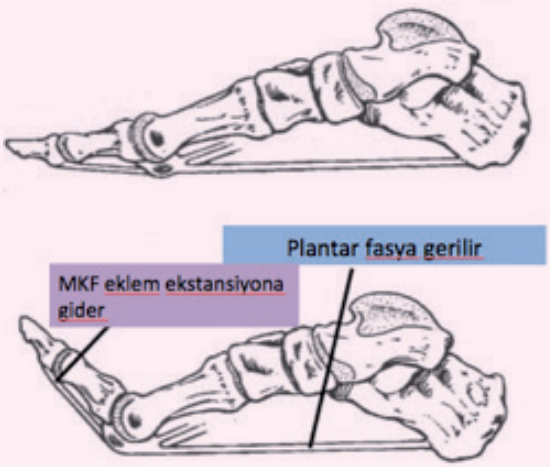
2. AYAK ANATOMİSİ VE FONKSİYONLARI

Ayak yapısı kilit taşını *talusun* oluşturduğu bir köprü gibidir. Vücut ağırlığımızın tümü talustan geçerek ayaklarımıza ve sonrada yere iletilir. *Ligamentler* köprünün temel yapıları olan kemikleri birbirine bağlayarak bütünlüğün sağlanmasında görev alırlar. İntrinsik kaslar yük taşımada önemli birer kaldıraç olan kirişleri temsil ederken, *ekstrinsik kaslar* köprünün bir diğer destek elemanı olan asma halatları oluşturarak yapıyı destekler. Bütün bu yapıların birlikte koordinasyon halinde çalışması, fonksiyonlar sırasında ayağın stabil ve dinamik bütünlüğünü sağlar.

Ayak fonksiyonları, longitudinal arkın duruş fazında uzayıp alçalması ile yüklenen kuvvetin elastik gerilim enerjisi olarak depo edilmesinden faydalanır. Duruş fazının sonlarına doğru plantar aponevrozun pasif elastik yapısı, itme fazı için pozitif güç sağlar (Şekil 1). Çıkrık mekanizması ve plantar aponevroz insan yürüyüşü sırasında ayaktaki sertliği sağlayan anahtar noktalardır. Sert bir kaldıraç olarak harekete devam eden ayak sayesinde plantar fleksör kas torku etkili biçimde yere aktarılır. Bu aktif sertleşme mekanizmasında plantar intrinsik kasların etkisi olduğu düşünülmektedir (1).

Ayak mobilken taşınılan yükün etkisinin hafifletilmesi, rotasyon hareketlerinin karşılanması ve değişik yüzeylere adaptasyon sağlanırken ayak stabilken; ağırlığın ayağa uygun şekilde dağıtımı, esnek ayağın rijit bir kaldıraca dönüşümü ve ayak arklarının kontrolü lokal stabilize ediciler ve global hareket ettirici kaslar tarafından kontrol edilmesi lumbopelvik *core* sisteme benzerlik gösterir. Bu benzerlik de ayağın *core* sistemi *foot core* olarak anılmaya başlanmış bir kavramdır (2-3).

Arkların stabilite ve mobilitesinin sağlanması önemlidir. Dinamik bir ayak stabilitesi sensoriomotor sistemin sağlığı için kritik önem taşır.



Şekil 1. Çıkrık mekanizması (4)

2.1. Ekstrinsik kaslar

Tüm ekstrinsik kaslar birden fazla eklem katettikleri için çoklu harekete neden olurlar (Tablo 1). Kompartımanlar şeklinde sınıflanan ekstrinsik kasların her bir kompartımanı farklı bir motor sinir tarafından inerve edilir.

2.2. İntrinsik kaslar

İntrinsik kaslar ayağın plantar ve dorsalinde yer alan, origo ve insersiyoları ayak sınırları içerisinde sınırlanan kesit alanı küçük kaslardır (Tablo 2).

Ayak dorsalindeki intriksik kaslar, derin peroneal sinir tarafından inerve edilen ekstansör digitorum brevis ve ekstansör hallucis brevistir. Bu kaslar, ekstansör hallucis longus ve ekstansör digitorum longusun fonksiyonuna sinerjisttir. Plantar kısmı oluşturan kaslar ise 4 farklı tabaka şek-

Tablo 1. Kompartımanlara göre ekstrinsik kaslar (5)

Anterior Kompartıman	Posterior Kompartıman	Lateral Kompartıman
• Tibialis Anterior • Ekstansör Digitorum Longus • Ekstansör Hallucis Longus • Peroneus Tertius	• Derin Tabaka • Tibialis Posterior • Fleksör Hallucis Longus • Fleksör Digitorum Longus • Yüzeyel Tabaka • Gastroknemius • Soleus • Plantaris	• • Peroneus Longus • Peroneus Brevis

Tablo 2. Tabakalara göre plantar intrinsik kaslar (5)

1. Tabaka	2.Tabaka	3.Tabaka	4.Tabaka
Abdüktör hallucis (1) Fleksör digitorum brevis (2) Abdüktör digiti minimi (3)	Quadratus plantae (4) Lumbrikaller (5)	Fleksör digiti minimi (6) Addüktör hallucis (7a,7b) Fleksör hallucis brevis (8)	Plantar interossealler (9) Dorsal interossealler (10)

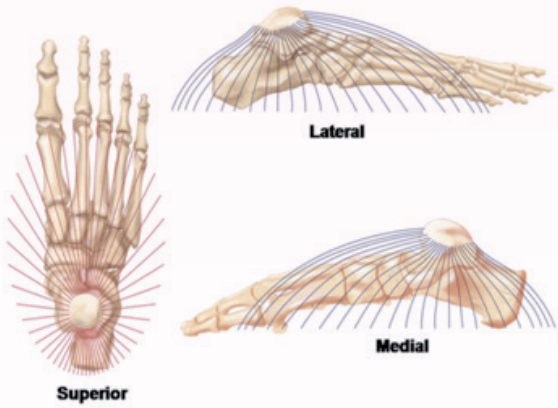
lindeki 10 farklı kastan oluşur (Şekil 2). Ekstansör digitorum brevis ve ekstansör hallucis brevis dışındaki intrinsik kaslar, plantar sinirin medial ve plantar dalları tarafından inerve olurlar (2,3,5).

2.2.1.İntrinsik kasların önemi

İntrinsik ayak kasları foot core sistemine duyusal ve motor katkılar sağlar ve disfonksiyonu durumunda ekstremitelerde overuse yaralanmaları görülebilir. İntrinsik ayak kaslarının eğitimi ve foot core sistemine tekrar başarılı şekilde entegrasyonunun sağlanması ve artan ayak kontrolü sayesinde alt ekstremite yaralanmalarından birçoğu engellenebilir.

Kelly ve ark. tarafından 10 sağlıklı bireyde artan postüral kontrol ihtiyacına ayak intrinsik kaslarının cevabının incelendiği bir çalışmada, tek ayak ve iki ayak üzerinde ayakta durma pozisyonlarında abdüktor hallucis, fleksör digitorum brevis ve quadratus plantae kasları EMG ile değerlendirilerek mediolateral yönde artan salınımla intriksik kas aktivitesinin arttığı ve bu sonuçtan yola çıkarak intrinsik kasların daha çok ayağın mediolateral kontrolünden sorumlu olduğu sonucuna varılmıştır (6).

Şekil 2. Plantar intrinsik kasların anatomik gösterimi (2)



Şekil 3. Ayak kubbelerinin gösterimi (2)

İntrinsik kasların medial longitudinal arka (MLA) olan desteğinin EMG ile incelendiği başka bir çalışmada ise 10 sağlıklı bireyde naviküler düşme testi (NDT) ile arkın esnekliği değerlendirilirken, NDT ayrıca artan ayak pronasyonu hakkında da fikir vermek içinde kullanılmıştır. İlk değerlendirme sonrasında cerrah tarafından enjeksiyonla intrinsik kasların sinirine blokaj yapılarak NDT tekrarlandığındaki sonuçlarda başlangıç değerlendirmesine göre abdüktör hallucis kas aktivitesinde EMG'de %26.8 oranında cevap alınırken, NDT'de 3.8 mm artış gözlenmiştir. Çalışma sonucunda intrinsik kasların medial longitudinal arkı desteklemede önemli rolü olduğu sonucuna varılırken, ayak yaralanmalarının sık nedenlerinden biri olan aşırı pronasyonun intrinsik kasların modüle edilmesiyle kontrol edilebileceği sonucu çıkarılmıştır (7).

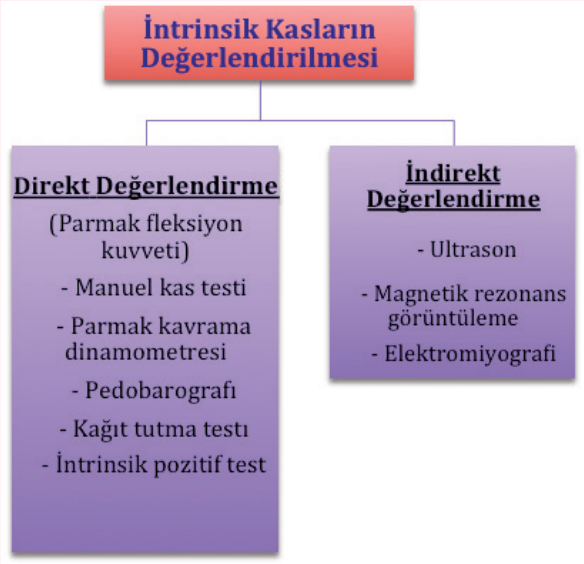
İntrinsik kas zayıflığı durumunda medial longitudinal arkın stabilizasyonun durumunun değerlendirildiği bir başka çalışmada ise 10 plantar fasiitli atlet ve 10 sağlıklı atletin intrinsik kasları magnetik rezonans görüntüleme ile değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda sağlıklı bireylerin arka ayak hacimleri, plantar fasiitli bireylere oranla daha fazla bulunurken bu farklılık ön ayakta gözlenmemiştir. Çalışma sonucunda arka ayağın MLA stabilizasyonunda daha fazla etkin olduğu sonucuna varılmıştır (8).

Dinamik bir ayak stabilitesi ve sensoriomotor sistemin sağlığı için intrinsik kaslar kadar bu kasların diğer ayak yapıları ile olan ilişkisi (foot core sistem) kritik önem taşıdığı unutulmamalıdır.

2.2.2. İntrinsik kasların değerlendirilmesi

İntrinsik ayak kasları birçok ayak probleminin altında yatan neden olarak belirtilmesine rağmen literatürde bu kasların değerlendirilmesinde kullanılan altın bir standart bulunmamaktadır. Hastalığa ya da probleme olan etkisinin objektif olarak belirlenmesi yapılacak tedavi ya da uygulamanın etkinliğini değerlendirebilmek açısından da önem taşımaktadır. İntrinsik kas zayıflığının plantar fasiit, halluks valgus, çekiç parmak ve tam olarak netleşmemiş çeşitli deformite ve hastalıkta etkin olduğu düşünülmektedir (13).

Literatürde bu kasların yapısal olarak değerlendirildiği sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu tarz çalışmalar bu kasların modellenmesinde önemli çalışmalardır. Üç kadavra ayağına ait 20 intrinsik kasın değerlendirildiği bir çalışmada, pennasyon açısı abdüktör digiti minimi kasında en fazla iken ikinci dorsal interosseal kasta en az bulunmuştur. Bu çalışmada kasın fizyolojik kesit alanı ve lif uzunluğuna dair bir veri olmadığı açı-



Şekil 4. İntrinsik kasların değerlendirilmesi

sından güç konusunda bir sonuca varılamamıştır (14).

İntrinsik kasların zayıflığının değerlendirilmesi ve kuvvetlendirmesinin etkisinin açığa çıkarılması bu durumda büyük önem taşır. Literatürde değerlendirme açısından çeşitli yöntemlerden bahsediliyor olmasına rağmen intrinsik kas kuvvetini değerlendirmede altın bir standart yoktur (13) (Şekil 4).

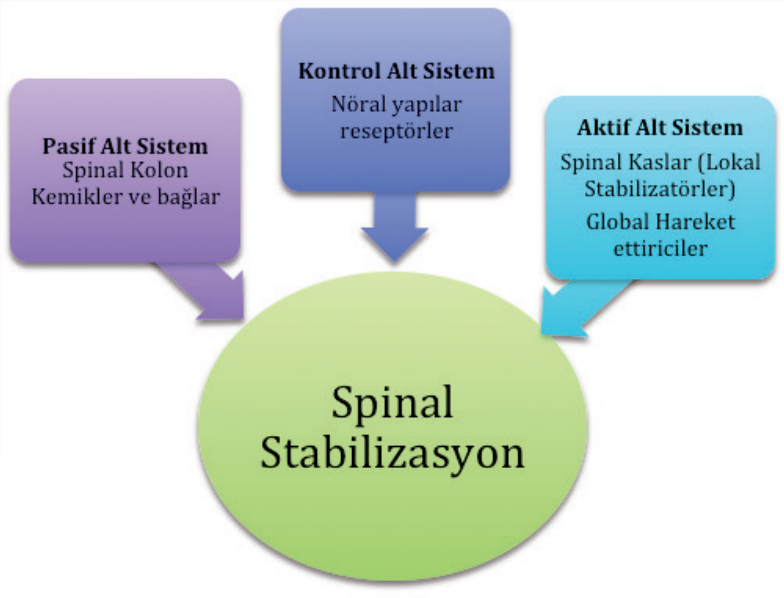
Parmak fleksiyonunun değerlendirilmesi, ekstrinsik ve intrinsik kasları ayırmada limitlidir ve manuel ve dinamometrik kas testinde izolasyon sorunu görülebilir. İntrinsik pozitif ayak testi, hastanın tek ayak üzerinde ayak postür ve MLA'yı nötralde tutabilmesi incelenir. Pedobarografi ile yapılan plantar basınç analizinde ayak altındaki kuvvet değerlendirilirken bu ölçümde de ekstrinsik kaslarının etkisini ayırt etmek zordur. Direkt değerlendirmelerin çoğu parmak fleksiyonuna odaklanırken intrinsik kasların arka desteğinin belirlenmesi konusunda sınırlıdırlar. Bu noktada aslında *foot core*'un daha dikkatli şekilde değerlendirilmesi gerektiği ön plana çıkar (13,11-13).

İndirekt yöntemlerdeki temel amaç kas mimarisini değerlendirmektir. Magnetik rezonans görüntüleme, ultrason ve elektromiyografi (EMG) aracılığıyla kasın fizyolojik kesit alanı ve hacmi kas aktvitesi hakkında fikir edilinebilir. Tek sorun bu ölçümlerin kasları ekstrinsik ve intrinsik olarak ayırabilirken gücü ölçmedeki yetersiz olmasıdır (13-15).

3. FOOT CORE SİSTEM

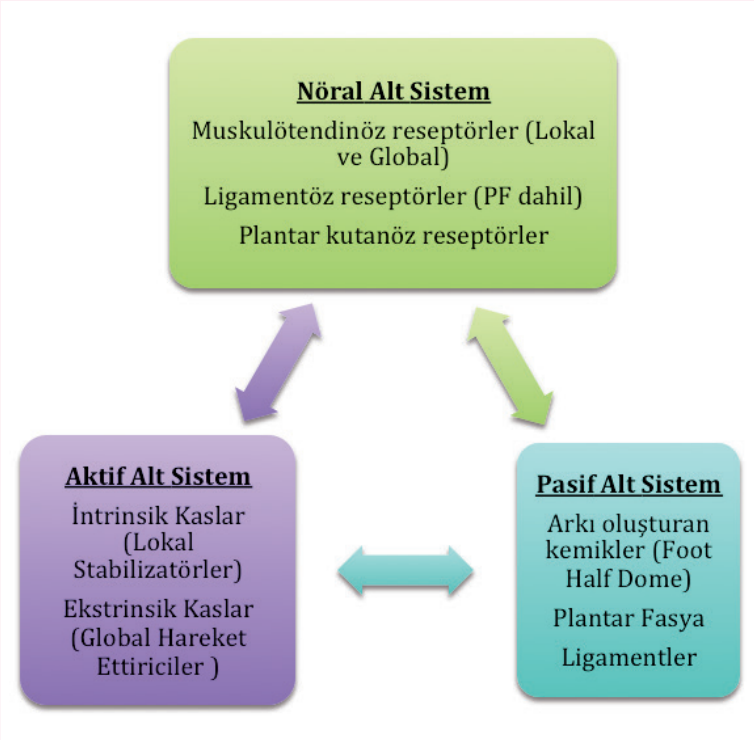
Core stabilizasyon kavramının ayak içinde geçerli olabileceği fikri son yıllarda ortaya çıkmıştır (2-3). Bu sistemde lokal stabilizatör görevi yapan intrinsik kaslar, kısa moment koluna sahip küçük kesit alanlı ve arkın stabilizasyonundan sorumlu kaslardır. Doğru çalışan lokal stabilizatörler, spinal stabilizasyondaki gibi gross hareketten sorumlu global hareket ettiricilere alt yapı sağlar. Nöral alt sistem, spinal hareket ve kuvvetleri gözlemler reseptörler aracılığıyla merkezi sinir sistemine duyusal sinyaller gönderir. Sistemdeki pasif yapılar, ekstrinsik ve intrinsik kasların tendonları ile desteklenirler. Ayak proksimalinden başlayıp ayakta direkt olarak kemik ve tendonlara insersiyo yapan ekstrinsik kaslar, ayak fonksiyonundaki birincil hareket ettiricilerdir (16-17).

Sistemi oluşturan aktif, pasif ve nöral yapıların koordine çalışması ile fonksiyonel aktiviteler sırasında dinamik olarak ayak kontrolü sağlanır. İntrinsik kaslardaki nöral alt sistemin özellikle bu kaslardaki muskulotendinöz ve ligamentöz reseptör aktivitesinin geliştirilmesi ayak stabilitesi ve propriosepsiyon üzerine olumlu etkileri vardır. *Foot core* bileşenlerinden herhangi birinde olan yaralanma sonucunda diğer yapılara binen stres artar ve alt ekstremite yaralanmaları kaçınılmaz hale gelir (2).



Şekil 5. *Core* stabilizasyon bileşenleri (2)

İntramusküler EMG sonuçlarına göre plantar intrinsik kaslar, ayağın postüral desteğine katkıda bulunur şekilde senkronize çalışmaktadır. Postüral görevin zorluğunun artışı ve medial pos-



Şekil 6. *Foot core* sisteminin bileşenleri (2)

tural salınım ile kas aktivasyonu amplitüd ve zamanlamasında değişim olduğu gösterilmiştir (6). Longitudinal ark, artan yük nedeniyle deforme olmakta ve plantar intrinsik kasların gerilmesine yol açarak involünter kas aktivitesini arttırmaktadır. Özellikle düşük arkı olan hastalarda daha fazla intrinsik kas aktivitesi olmaktadır (19).

4. FOOT CORE EĞİTİMİ

Foot core eğitiminin ayak kontrolündeki fonksiyonel çesitliliğin restorasyonunda etkili olabileceği düşünülmektedir.

Eğitimin birinci basamağında nötral pozisyondaki ayak algısının geliştirilmesi amaçlanmaktadır (2-3).

Ayak kaslarının izole kasılmasından daha entegre çalışan bir duruma ilerleyecek şekilde bir eğitime ihtiyaçları vardır. Bu durum dinamik ayak kontrolünde *foot core* sisteminin fonksiyonel olarak çeşitlilik yaratabilmesini sağlar (2-3)

Pratikte hastalara plantar intrinsik kas kuvvetlendirmesi için sık verilen çarsaf toplama ya da küçük cisimleri ayak parmakları ile toplama egzersizleri intrinsik kaslara ek olarak fleksör hallucis longus ve fleksör digitorum longus kaslarını da aktive ederek izole bir intrinsik kas eğitimi sağlamamaktadır. Kısa ayak egzersizleri olarak literatüre giren Kısa Ayak Egzersizleri (KAE), intrinsik kasların izole kasılmasını sağlayan bir egzersiz çeşididir (21). Bu egzersizde birinci metatarsophalangeal eklem kalkaneusa doğru çekilirken MLA yükselir ve ayak kubbelesir (Şekil 7). (Egzersize başlamadan önce ayak gevşek ve nötral pozisyonda olmalıdır. Kubbeleşme hareketi sırasında parmaklar fleksiyona gitmemeli ve yerden teması kesilmemelidir. Kısa ayak egzersizleri, metatars başlarını kalkaneusa doğru çekerken ayağın yerle temas eden bölgelerindeki basıncı arttırarak ayağın altındaki kutanöz proprioseptörleri uyararak afferent girdiyi arttırır. İntrinsik ayak kaslarının eğitimi ve *foot core* sistemine tekrar başarılı şekilde entegrasyonunun sağlanması ve artmış ayak kontrolü sayesinde alt ekstremite yaralanmalarından birçoğu engellenebilir (2-3).

Kısa ayak egzersizi üç aşama şeklinde de yapılabilir. Birinci aşama olan pasif modellemede, fizyoterapist tarafından ayak kısa ayak pozisyonuna alınarak bireye ayak pozisyonları arasındaki farklar öğretilir. İkinci aşama olan aktif yardımlı modellemede, hareketin yapılmasının zor olduğu durumlarda nöral aktivasyonu artttırmak, hareket paternini öğretmek ve kas kuvvetini

Şekil 7. Kısa Ayak Egzersizi. 1. Ayak rahat pozisyondadır. 2. Başparmak topuklara doğru çekilerek parmaklar bükülmeden yerdeyken yapılır (20)

arttırmak için nöromusküler elektrik stimülasyonu kullanılır. İstemli egzersize ek olarak kullanılarak kullanılan elektrik stimülasyonu, normal nöromusküler fonksiyonu destekler. Son aşama olan aktif modellemede ise lumbopelvik stabilite sırasındaki gibi global hareket ettirici kaslar inaktifken, intrinsik kaslar aktiftir ve birey bu süreci kendi başına devam ettirebilmekte başarılıdır (3).

Ayakta durma sırasında plantar kasların istemli kontrolünü kazanan hastalar artık tüm sistemin entegre edildiği dinamik aktiviteler sırasında bu kaslarını kullanabilirler (22). Daha çok ayakta durma sırasında bu kasların izole kasılmasına odaklanılsa da absorbsiyon ve itme fazı sırasında da aynı kontrolün sağlanması gereklidir.

Aşırı pronasyondaki ayakta kısa ayak egzersizinin denge üzerindeki akut etkisinin değerlendirildiği bir çalışmada günde 3 set ve 5 tekrar seklinde 5 saniye boyunca pozisyonu koruma şeklinde yapılan KAE'inin oturma ve ayakta durmada dinamik stabilitede artış ve medial longitudinal ark stabilizasyonunda gelişmeye neden olduğu belirlenmiştir (23).

5. SONUÇ

Ayak yaralanmalarının çoğunda altta yatan önemli nedenlerden biri olan intrinsik kas zayıflığı, mutlaka üzerine gidilmesi gereken bir noktadır. Problemli ya da problemsiz her ayakta subtalar nötral ayak algısının geliştirilmesi gerekir. İntrinsik ayak kaslarının eğitimi, dinamik ayak kontrolü sırasında değişen postüral ihtiyaçların daha sağlıklı şekilde karşılanmasını sağlayabilir. Kısa ayak egzersizleri izoleden entegreye rehabilitasyon programının mutlaka bir parçası olmalı ve tüm bu prensipler hastaya ve duruma özel yaklaşımlar içerisinde ele alınmalıdır.

6. TEŞEKKÜR

Semineri hazırlama aşamasında danışmanlığımı yapan ve bu süreç boyunca akademik ve manevi anlamda desteğini esirgemen sayın *Prof. Dr. Nilgün BEK*'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

KAYNAKLAR

1. Bolgla, L. A., T. R. Malone. (2004). Plantar fasciitis and the windlass mechanism: a biomechanical link to clinical practice. *J Athl Train,* 39(1), 77-82.
2. McKeon, P. O., Hertel J., Bramble D., Davis I. (2015). The foot core system: a new paradigm for understanding intrinsic foot muscle function. *Br J Sports Med,*49(5),290.
3. McKeon, P. O., Fourchet F. (2015). Freeing the foot: integrating the foot core system into rehabilitation for lower extremity injuries. *Clin Sports Med,* 34(2),347-361.
4. http://www.somastruct.com/cause-of-plantar-fasciitis/ (17.092016).
5. Doğan Taner. (2003). 7. Baskı. Fonksiyonel Anatomi Ekstremiteler ve Sırt Bölgesi, Ankara, Hekimler Yayın Birliği.
6. Kelly, L. A., Cresswell A.G., Racinais S., Whiteley R., Lichtwark G. (2014). Intrinsic foot muscles have the capacity to control deformation of the longitudinal arch. *J R Soc Interface*, 11(93), 20131188.
7. Fiolkowski, P., Brunt D., Bishop M., Woo R., Horodyski M. (2003). Intrinsic pedal musculature support of the medial longitudinal arch: an electromyography study. *J Foot Ankle Surg*, 42(6), 327-333.
8. Cheung, R. T., Sze L.K., Mok N.W., Ng G.Y. (2016). Intrinsic foot muscle volume in experienced runners with and without chronic plantar fasciitis. *J Sci Med Sport,* 19(9), 713-715.
9. Soysa, A., Hiller C., Refshauge K., Burns J. (2012). Importance and challenges of measuring intrinsic foot muscle strength. *J Foot Ankle Res,*5(1),29.
10. Ledoux, W. R., Hirsch B.E., Church T., Caunin M. (2001). Pennation angles of the intrinsic muscles of the foot. *J Biomech,* 34(3),399-403.
11. Kwon OY, Tuttle LJ, Johnson JE, Mueller MJ. (2009). Muscle imbalance and reduced ankle joint motion in people with hammer toe deformity. *Clin Biomech (Bristol, Avon),* 24, 670–675.
12. de Win MM, Theuvenet WJ, Roche PW, de Bie RA, van Mameren H. (2002). The paper grip test for screening on intrinsic muscle paralysis in the foot of leprosy patients. *Int J Lepr Other Mycobact Dis*, 70, 16–24.
13. Senda M, Takahara Y, Yagata Y, Yamamoto K, Nagashima H, Tukiyama H, Inoue H. (1999). Measurement of the muscle power of the toes in female marathon runners using a toe dynamometer. *Acta Med Okayama*, 53,189–191.
14. Mueller MJ, Smith KE, Commean PK, Robertson DD, Johnson JE. (1999). Use of computed tomography and plantar pressure measurement for management of neuropathic ulcers in patients with diabetes. *Phys Ther*, 79, 296–307.
15. Kura H, Luo ZP, Kitaoka HB, An KN. (1997). Quantitative analysis of the intrinsic muscles of the foot. *Anat Rec*, 249,v143–151.
16. Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *J Spinal Disord*, 5(4), 383-389.
17. Panjabi, M. M. (1992). The stabilizing system of the spine. Part II. Neutral zone and instability hypothesis. *J Spinal Disord,* 5(4), 390-396.
18. Kelly, L. A., Kuitunen S., Racinais S., Cresswell A.G. (2012). Recruitment of the plantar intrinsic foot muscles with increasing postural demand. Clin Biomech (Bristol, Avon), 27(1), 46-51.
19. Hashimoto T., Sakuraba K. (2014). Strength training for the intrinsic flexor muscles of the foot: effects on muscle strength, the foot arch, and dynamic parameters before and after the training. *J Phys Ther Sci*, 26(3), 373–376.
20. http://www.choa.org/~/media/CHOA/Documents/Services/Orthopaedics/Sports-Medicine/Running-exercises-handout.pdf.(19.06.2016).
21. Mulligan E.P., Cook P.G. (2013). Effect of plantar intrinsic muscle training on medial longitudinal arch morphology and dynamic function. *Man Ther*, 18(5), 425–30.
22. Hertel J, Denegar C.R. (1998). A rehabilitation paradigm for restoring neuromuscular control following athletic injury. *Athl Ther Today*, 3(5),12–6.
23. Moon, D. C., Kim K., Lee S.K. (2014). Immediate Effect of Short-foot Exercise on Dynamic Balance of Subjects with Excessively Pronated Feet. *J Phys Ther Sci*, 26(1), 117-119.

Diskinetik Serebral Palsili Çocuklarda Güncel Gelişmeler

Uzm Fzt Kübra SEYHAN, Prof Dr Mintaze KEREM GÜNEL
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
E-mail: kubra.seyhan@hacettepe.edu.tr.

ÖZET

Serebral palsi (SP); olgunlaşmamış bir beyinde meydana gelen yaralanmaya bağlı, ilerleyici olmayan, kalıcı hareket ve aktivite bozukluklarına sebep olan bir rahatsızlıktır. Avrupa Serebral Palsi İzlemi (SCPE), SP 'yi klinik özelliklerine göre; spastik diskinetik, ataksik ve miks tip şeklinde ayırmaktadır. Spastik (%70-80) tipten sonra en sık gözlenen tip %14-20 oranıyla diskinetik SP' dir. SP'li çocuklarda yapılan çalışmaların çoğu spastik tip ile ilgilidir. Diskinetik tip SP; istemsiz, farklı genlikte ve amplitütte kas fluktuasyonuna eşlik eden artmış kokontraksiyon ile vücutta meydana gelen ani kıvrımsal kontrolsüz hareket paternlerini içeren bir bozukluk olarak tanımlanır. Diskinetik SP, günümüzde distonik ve koreatetoid olarak iki başlık altında incelenmektedir. Diskinetik SP'li çocuklarda tedavi yaklaşımları spastik SP'li çocuklardaki yaklaşımlara göre bilimsel açıdan oldukça kısıtlı kalmıştır. Konu ile ilgili çok az çalışma olmasına rağmen son zamanlarda bu konu ile ilgili eksiklikler hedef alınarak literatürde diskinetik SP ile ilgili hem değerlendirme açısından hem de tedaviye yönelik çeşitli gelişmeler olmuştur.

Anahtar kelimeler: Serebral palsi, diskinetik, distonik

ABSTRACT

Cerebral palsy (CP) is a nonprogressive condition that due to injuries occurring in an immature brain, causes permanent movement and activity disorders. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE) devides CP as spastic, dyskinetic, ataxic and mixed type according to clinical features. Dyskinetic type Cerebral Palsy with the rate of 14-20% is the most common type after the spastic type (%70-80). The studies with CP are often associated with spastic type. Dyskinetic type CP is defined that a disorder including involuntary, increased muscle co-contraction with different amplitudes muscle fluctuations, curvilinear sudden uncontrolled movement patterns occurring in the body. Dyskinetic CP is examined under two headings as dystonic and koreatetoid nowadays. Treatment approaches in children with dyskinetic CP remained quite limited scientifically than with spastic CP. Although there are few studies on the subject, several developments have recently been for both in terms of assessment and treatment of dyskinetic CP with targeting deficiencies in the literature on this subject.

Key words: Cerebral palsy, dyskinetic, dystonic

1. GİRİŞ

Serebral palsi (SP); olgunlaşmamış bir beyinde; prenatal, natal ya da postnatal dönemde ilerleyici olmayan bir etkilenime bağlı, aktivite ve katılımda kısıtlılıklara yol açan, kalıcı bir grup hareket ve postür bozukluğudur (1) . SP klinik tipe göre; spastik, diskinetik, ataksik, hipotonik ve miks tip olarak sınıflandırılır. Yapılan prevelans çalışmalarında, SP'li çocukların yaklaşık %70-80'inin spastik, %14-20'sinin diskinetik ve %5-10' unun ise ataksik, hipotonik ya da miks tip olduğu belirtilmiştir (2,3) . Avrupa Serebral Palsi Topluluğu (Surveillance of Cerebral Palsy in Europe-SCPE) sınıflandırma sistemine göre ise SP'li çocuklar; tek taraf (unilateral-hemipleji) ya da çift taraf etkilenimli (bilateral-dipleji/kuadripleji) olarak ayrılmaktadır (4,5) .

SP'de birincil olarak karşılaşılan problemler; merkezi sinir sisteminin etkilenimine bağlı olarak kas tonusu anormallikleri, kas ko-kontraksiyon bozuklukları, refleks anormallikleri, denge ve koordinasyon yetersizliği, motor ve postüral kontrol problemleri şeklindedir. Duyu problemleri, emosyonel problemler ve kognitif problemler eşlik edebilir. Birincil problemler zamanla ikincil olarak gelişen problemlere sebep olur. Bunlar kas, tendon kontraktürlerine ve postüral deformitelere (kalça dislokasyonu, skolyoz) sebep olan;

orantısız kas-kemik büyümesi, asimetrik ağırlık aktarma, kuvvet dengesizliği, eklemlerin yanlış hizalanması, hareketlerle birlikte artmış yorgunluk, ağrı, solunum fonksiyonlarında zorlanma, beslenme, konuşma becerisi ile ilgili problemler, sindirim sistemi problemleridir. Zamanla birincil ve ikincil problemler; biyopsikososyal bir varlık olan çocukların yaşam kalitesini azaltır (1,6) .

2. DİSKİNETİK TİP SEREBRAL PALSİ

Diskinezi; "dis-bozukluk" ve "kinezi-hareket" kelimelerinin birleşimiyle oluşan genel anlamda hareket bozukluğu olarak tanımlanan bir durumdur. Hiperkinezi; istemsiz olarak hareketlerde artış, hipokinezi ise hareketlerde azalma anlamına gelir. Bu hareket bozukluğu; tamamen istemsiz hareket paternleri ile oluşan postür bozuklukları şeklinde olabildiği gibi istemli hareketlere eşlik eden istemsiz kıvrımsal hareketler şeklinde de olabilmektedir. Hipoksik iskemik ensefalopati, doğum sonrası kafa travması ya da bilirubin yükselmesi (kernikterus) diskinetik SP'nin etiyolojisi içerisinde en çok dikkat çeken durumlardır (7) . Diskinezi klinik bulgusu beyin görüntüleme çalışmaları ile incelendiğinde en çok bazal gangliyon çekirdeklerinde, talamusun çeşitli bölgelerinde yer alan lezyonlarla ilişkilendirilir. Geçmişten günümüze SP sınıflandırması içerisinde diskinezinin yeri oldukça değişmiştir. Phelps (1941) spastisite, atetoz, distoni, inkoordinasyon, sinkinezi, ataksi, tremor gibi hareket bozukluklarını diskinezi başlığı altında toplamıştır (8) . Amerika Serebral Palsi Derneği (1947) klinik tip sınıflandırmasını spastik, flask, miks, atetoid, ataksik şeklinde yapmıştır. Minear (1956) ise klinik tipi; spastik, diskinetik, ataksik, miks olarak ayırmıştır. Ingram (1984) diskinezi'yi istemsiz hareket bozuklukları olarak tanımlayarak distoni, kore, atetoz olarak üç grupta incelemiştir. Evans (1987) ise SP sınıflandırmasını hipotoni, hipertoni (rijidite, spastisite), diskinezi, ataksi şeklinde yapmıştır (9) . Nörogelişimsel yaklaşım sınıflandırma sisteminde ise diskinetik tip SP, distonik (intermittant spazm), koreatetoid, saf atetoid, atetozun eşlik ettiği spastik/hipertonik tip şeklinde ayrılmaktadır (10) . SCPE'nin güncel SP sınıflandırmasına göre diskinetik tip distonik ve koreatetoid tip olarak ikiye ayrılır (5) . Avrupa çocuklarda hareket bozuklukları ile ilgili güncel bir diğer sınıflandırma da TaskForce grubunun yapmış olduğu sınıflandırmadır. Yalnız bu Avrupa TaskForce grubunun sınıflandırmasında (2008) SP dışında başka sebeplerden dolayı oluşabilecek istemsiz hareket paternleri de yer almaktadır. Distoni, kore, atetoz, myoklonus, tremor, stereotip hareketler, tikler tek tek tanımlanmış ve birbirlerinden olan farkları belirlenmiştir (11) .

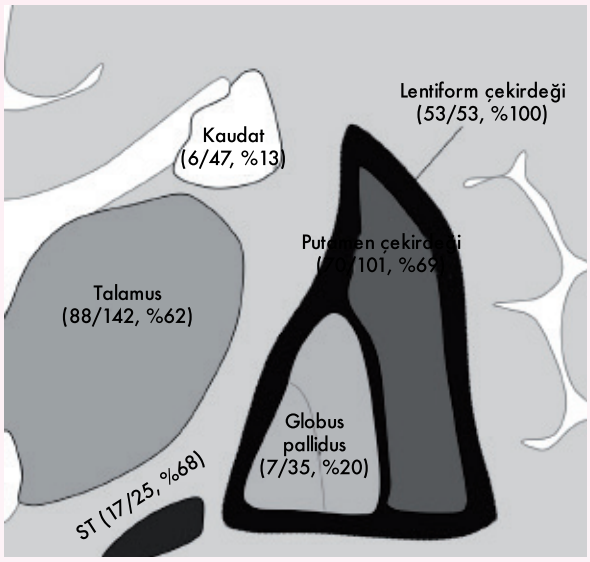
2.1 Distoni

İstemsiz artan ve azalan tonus değişimlerine bağı daha çok hipokinezi izlenimi veren **kas fluktuasyonları** ile karekterize postür bozukluğudur. Etiyolojisine göre birincil ve ikincil olarak ikiye ayrılır. Birincil distoni; beyin görüntüleme sistemlerinde bir bulgu vermeyen ya da genetik, dejeneratif bir duruma bağlı gözlenen postür bozukluklarıdır. İkincil distoni ise sağlıklı bir bireyde beyin yaralanması gibi sonradan kazanılmış bir lezyona bağlı gelişen distonileri kapsar. SP'li çocuklarda gözlenen distoni, ikincil distoni başlığı altında icelenir. Etkilenen vücut bölgelerinde hareket derecesi geniş, kas spazmlarının süresi uzundur. İstemsiz hareketler, istemli hareketlerde dönücü komponentler sonucu anormal postür bozukluğu gözlenir (12) .

2.2. Kore-atetoid

Kore; hızlı, aniden görülen, patlayıcı tarzda, istemsiz savruk, kesik kesik hareketlerdir. Atetoz; kore'ye göre daha yavaş, sürekli düzeltici tarzda, ekstansiyon paterni daha belirgin, postürü engelleyici hareketlerdir. Her iki bozukluğun bir arada gözlendiği koreatetoid tip ise hiperkinezi izlenimi veren, hareketle birlikte aniden azalan kas tonusu ile karekterize bir klinik belirtidir (11,13) .

Son yıllarda SP'li hastalarda beyinde nöroradyolojik ve nörofizyolojik görüntüleme bulguları ile klinik belirtilerin karşılaştırıldığı çalışmalar önem kazanmıştır. Özellikle diskinetik tip SP ile ilgili güncel tedavi yöntemlerindeki gelişmeler (derin beyin stimülasyonu, transkraniyel manyetik stimülasyon gibi.) diskineziye sebep olan etkilenim bölgelerinin net bir şekilde belirlenebilmesi isteğini de beraberinde getirmiştir. Park ve diğ. (2014) yaptığı çalışmada yirmi üç diskinetik tip SP (13 erkek, 10 bayan; ort yaş 34, 16-50 yaş arasında) kaba motor fonksiyon sınıflandırma sistemi (KMFSS), Barry Albright distoni skalası (BADS) ile değerlendirildi. Beyin görüntüleme 3.0 Tesla manyetik rezonans görüntleme (MRG) ile gri maddedeki hacim değişiklikleri voksel tabanlı morfometri (VTM), Kortikospinal yol ve superior longitudinal fasikulus difüzyon tensör traktografi (DTT) ile değerlendirildi. Motor uyarılmış potansiyeller (MUP) birinci dorsal interossei, biseps ve deltoid kaslarından alınarak kaydedildi. MRG sonuçlarında ise bazal ganglion, talamus, serebellum ve periventriküler bölgelerde lezyon varlığı saptandı. Bazı hastaların normal beyin görüntüleme sonuçlarına sahip olduğu görüldü. Bu grupta gri madde hacmindeki değişimlere VTM ve DTT



Şekil 1. Diskinetik SP'li çocuklarda bazal gangliyon ve talamus zedelenmesinin frekansı (15) (koronal beyin sistematik kesit incelemesi)

görüntüleme sistemlerine bakılmasının diskinezinin patofizyolojisi ile ilgili olarak gelecekteki çalışmalar için önemli olduğu belirtildi (14) . Aravamutan ve diğ (2016) diskinetik SP'li çocuklarda bazal gangliyon ve talamus bölgelerinde hangi çekirdeklerin ya da bölümlerin daha çok etkilendiğini belirlemek amacıyla yaptıkları sistematik derlemesinde toplamda 304 hastanın bulunduğu 22 çalışma inceledi (15) . Bu çalışmada hastaların hepsinde (%100) lentiform çekirdeği (putamen ve globus pallidus beraber) etkilenimi belirlendi. Hastalardaki potansiyel etkilenim dilimleri sırayla sonra sadece putamen (% 69) ekilenimi, subtalamik çekirdek (%68), talamus (%62), globus pallidus (%20), kaudat (%13) çekirdek etkilenimi şeklinde sıralandı (Şekil 1). Çalışma sonucunda, Putamen'in baskın olduğu etkilenim ile hem putamen hem de globus pallidus (lentiform çekirdeğin) etkileniminin olduğu iki grup Diskinetip tip SP'den bahsedilebileceği ve bu ayrımın derin beyin stimülasyonu uygulamalarında yol gösterici olacağı vurgulandı (15) .

3. DİSKİNETİK TİP KLİNİK DEĞERLENDİRME ARAÇLARI

3.1. The Burke–Fahn–Marsden-Hareket Skalası (BFM-HS)

Birincil distoniyi ölçen hareket ve engellilik başlığı altında iki bölümden oluşur. Hareket bölümü dokuz vücut bölgesi (göz, ağız, boyun, gövde, yutma ve konuşma, ekstremiteler) üzerinden şiddetine göre 0-4 arasında derecelendirme yapan bir test bataryasıdır (Tablo 1) (16) .

3.2. Unified Distoni Derecelendirme Skalası (UDDS)

Birincil distoniyi şiddeti ve süresi üzerinden değerlendiren bir testtir. Hareket bozukluğunun şiddetini on dört vücut bölgesi üzerinde 0-4 arasında derecelendirirken; süresine göre 0.5 puan dilmleri ile oluşturulan 9 değerli bir alt değerlendirme ile hem dinlenmede hem aktivite sırasında ölçer. Her bir bölge için süre ve motor şiddet puanları toplanır ve kişisel skor elde edilir. Toplam test skoru 112 puandır (Tablo 1) (17) .

3.3. Barry–Albright Distoni Skalası (BADS)

İkincil distoniyi ölçmek için SP'li çocuklara özel olarak BFM-HS üzerinden bir fizyoterapist tarafından geliştirilmiş bir skaladır. Göz, ağız, boyun, gövde, ekstremiteler olmak üzere toplam sekiz bölgeyi 0-4 arasında derecelendirir ve toplam skor 32'dir. Yüksek puan şiddetli distoniyi gösterir. Fonksiyonel kısıtlılığı derecelendirirken sadece distoniye özel derecelendirme yapılır; zayıflık, motor kontrol yetersizliği, kognitif yetersizlikler, primitif refleksler ve diğer hareket bozuklukları derecelendirilemez (Tablo 1) (18) .

Tablo 1. SP'li hastalarda kullanılan geçerli güvenilir distoni değerlendirme araçları

Testin adı	Yıl	Birincil distoni	İkincil distoni	Koreatetoz	Vücut bölgeleri	Video skorlama	Hareket/dinlenme	Süre/amplitüd	Proksial distal
Burke-Fahn-Marsden Distoni Skalası (BFMS)	1985	+	-	-	9	+	-	-	-
Barry Albright Distoni Skalası (BADS)	1999	-	+	-	8	+	-	-	-
Unified Distoni Derecelendirme Skalası (UDRS)	2003	+	-	-	14	+	-	+	+
Diskinetik Bozukluk Skalası (DIS)	2012	-	+	+	12	+	+	+	+

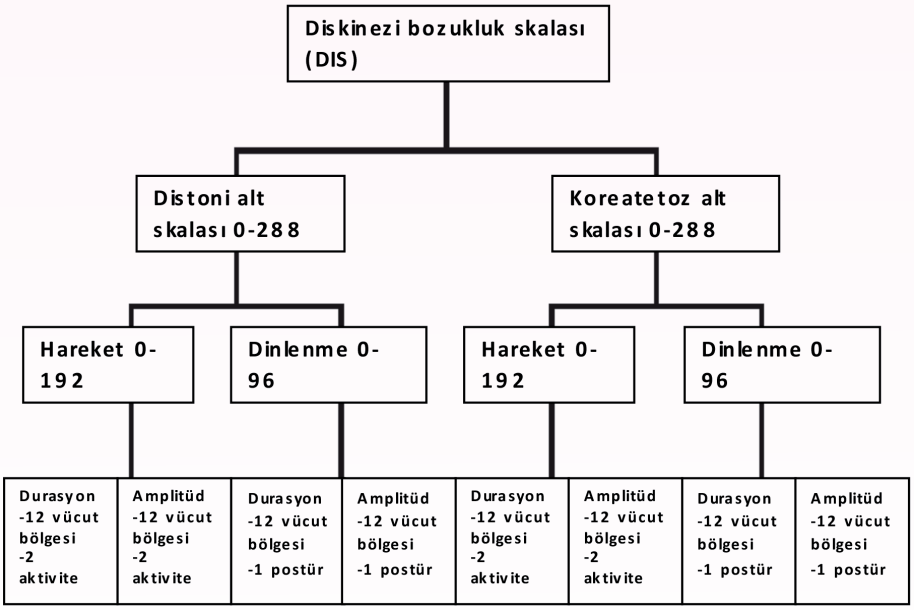
3.4. Diskinezi bozukluk skalası (DIS-2012)

On iki vücut bölümü (göz, ağız, boyun, gövde, alt ve üst ekstremitelerin proksimal ve distal parçaları) üzerinde hem distoniyi hem de koreatetozu ayrı ayrı değerlendiren bir testtir. Hareket bozukluğunun şiddetini hem eklem hareket genişliği hem de spazmın süresine göre derecelendirir. Her bir vücut bölümü iki aktivite (toplam skor 0-192 arasında) bir de dinlenme (toplam puan 0-96 arasında) pozisyonunda değerlendirilir. Distoni ve koreatetoz alt bölümlerinin puanları da 0-288 arasında puanlanır (Şekil 2). 30 dakikalık standart bir video protokolü vardır. Video üzerinden puanlama yapılır. Yüksek puan şiddeti belirler. İç tutarlılık puanı Cronbach α=0.89-0.93, sınıf içi korelasyon katsayısı, ICC=0.91-0.98 ve BADS testi ile karşılaştırılan geçerlilik değeri 0.84'tür. Literatürde başka koreatetozu değerlendiren batarya olmadığı için yapı geçerliliğine bakılamamıştır. Bazal gangliyon ve talamus etkilenimi ile ilişkili olarak direk ve indirek yolların serebral korteks üzerindeki kontrol mekanizmasının bozulması dışında diskinetik SP'nin patofizyolojisi hala tam anlamıyla açıklanamamıştır. Uzun dönemde patofizyolojisinin açıklanabilmesi, diskinezi paternlerinin açıklanabilmesi, gerekli tedavi protokollerinin şekillendirilebilmesi, medikal uygulamaların etkisinin gösterilebilmesi için klinikte pratik uygulanabilecek, geçerli, güvenilir, değerlendirme yöntemlerinin oluşturulması gerekmektedir. DIS Skalası diskineziyi; distoni ve koreatetoz olarak iki alt gruba ayırarak incelemektedir. Gelecekte hem medikal hem de fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında yapılacak çalışmalar için önemli bir değerlendirme yöntemi olmaktadır (19).

Monbaliu ve diğ. (2016) DIS testinin geçerlilik ve güvenilirlik çalışmasından sonra diskinetik SP'li çocuklarda ilk defa distoni ve koreatetozun klinik paternlerini 55 diskinetik SP'li hasta ile (ort yaş: 14 yaş 6 ay; 6-22 yaş) değerlendirdi. Ayrıca fonksiyon seviyeleri, kaba motor fonksiyon sınıflandırma sistemi (KMFSS) ile, el becerileri sınıflandırma sistemi (EBSS) ile, ve iletişim becerileri iletişim fonksiyonları sınıflandırma sistemi (İFSS) ile sınıflandırdı. Sonuç olarak distoni ve koreatetozun genel olarak SP'li çocuklarda beraber gözlendiği, aktivite ile birlikte hareket paternlerinin şiddetinin arttığı, özellikle fonksiyonu en çok distoninin etkilediği, distoni şiddeti arttıkça fonksiyon değerlerinin azaldığı bulundu. Radyolojik görüntüleme sonrasında saf talamus ve bazal gangliyon etkilenimlerinde *koreatetoz* şiddetinin daha baskın olduğu belirlendi (20) .

3.5. Üç boyutlu (3D) hareket analizi sistemleri

Laboratuar ortamında kullanılan altın standart değerlendirme yöntemidir. Basit bir video tabanlı sistem ile işlemler kaydedilir, tedavi planlaması kolaylaşır, deneme yanılma konusunda zaman kaybı olmaz, eğitim amaçlı kullanılabilir, aile de dahil olmak üzere rehabilitasyon takımı içerisinde iletişim aracı olarak kullanılabilir (21) . Diskinetik SP'li çocuklarda ekstremitelerde fonksiyonel performansı; hız, yörünge ve süre açısından değerlendirerek hareketin kalitesini ölçmek önemlidir (22) . Diskinetik SP'li çocuklarda üst kestremite için bir cisme uzanma, yakalama, alt ekstremite için yürüme aktivitesinin video tabanlı olarak üç boyutlu analizi; hareketlerdeki anormalliğin derecesi ve nedenini belirlemede ve uygulanan



Şekil 2. Diskinetik Bozukluk Skalası (DIS) (19)

Tablo 2. Hareketin Zaman-hız ve akış özellikleri (DSP) -(22)

Kupayı ağza götürme fazı (G)	Zaman (↑)
İçme fazı	Zaman (↑)
Tekrar kupayı masaya koyma fazı (R)	Zaman (↑)
En üst hıza ulaşma süresi	Zaman (↑)
Ort. Hız (3. parmakta)	Hız (↓)
En yüksek hız	Hız (↓)
Hareket üniteleri sayısı	Akış (↑)
Eğrilik endeksi	Akış (↑)
Savruk hareket sayısı	Akış (↑)

müdahalenin etkinliğini değerlendirmede objektif bir sonuç ölçütü olarak kullanılır (23) . Ayrıca objektif ve hassas değerlendirme yöntemleri; diskinetik alt grupların farklarını değerlendirmek ve tedavi stratejilerini belirlemek açısından değerlidir.

Sanger ve diğ. yaptığı laboratuar çalışmasında, 4-13 yaş arasında 7 SP'li çocuk ile 21 sağlıklı kontrol grubu "parmağı burna götürme" hareketi analizi yapıldı. Normal çocukların hareket stratejileri ile diskinetik çocukların hareket stratejileri arasındaki minimal değişiklikler arasında fark olduğu gösterildi. Üst ekstremitenin sagital yönden uzanma yörüngesindeki değişim, diskinezi şiddetinin objektif ölçülebilirliğini gösterdi (23) . Artilheiro ve dig., 16 yetişkin SP'li çocuk(MACS II-IV) ile 11 sağlıklı kontrol grubunda "Kupayı ağzına götürme ve tekrar masaya koyma" üç boyutlu kinematik analizi uygulandı. 10 adet kamera ile baş, gövde ve üst ekstremiteyi üç boyutlu incelemeye izin verecek 15 işaretleyici kullanıldı (22) . Diskinetik SP'li çocuklarda "Kupayı ağzına götürme ve tekrar masaya koyma" görevi sırasında üst ekstremite hareket özellikleri normal sağlıklı grup ile kıyaslandığı zaman aşagıdaki tablo 2'de verilen değişiklikler gözlendi.

Video tabanlı analiz sistemler genel olarak üst ve alt ekstremitelerin kalitesini incelemektedir. Distonik ve koreatetoid çocuklarda gövde salınımları ve kompansasyonları da değerlendirilmelidir. Gövdenin kinematik özellikleri ekstremite salınımlarının kontrolünde önemli bilgiler sağlayacaktır.

4. DİSKİNETİK TİP SEREBRAL PALSİDE TEDAVİ YÖNTEMLERİ

Güncel olarak Selektif Periferal Nörotomi (SPN), Derin Beyin Stimülasyonu (DBS), İntretekal Baklofen (İTB), Botulinum Toksin uygulamaları, Transkraniyel Manyetik Stimülasyonlar (TMS) ve fizyoterapi uygulamalarından oluşmaktadır (24-26) .

Medikal tedavi olarak Leva dopa, antikolinerjikler, myorelaksanlar, antidopaminerjikler, antispastik ilaçların çalışmalarda kullanıldığı belirtilmiştir. Medikal tedaviler vücut yapı ve bozuklukları içerisinde hareket bozukluğunun derecesinde azalma yapsa bile fonksiyonel gelişime katkısı çok az aynı zamanda yan etkisi çok fazladır. Medikal tedavilerin yan etkileri; uyuşukluk, hafıza ile ilgili anormallikler, hiperaktivite, bulanık görme, boşaltım sistemi problemleridir. Medikal tedaviler ile ilgili çalışmaların çoğu olgu sunumu ya da ön hazırlık çalışmalardan oluşmaktadır (26) .

4.1. Botilinum Toksin Enjeksiyonları:

Fokal kol ve servikal bölge distonilerinde şiddetli ağrılı spazmlarda endikasyondur. Servikal distonilerde, radikülopati, servikal spondilitik myelopati, atlantoaksiyel luksasyonlar, servikal spondiloz ve servikal kord kompresyonu; primer ve sekonder distonilerde nöroortopedik komplikasyonlardır. Özellikle kolda fokal distonilerde levator skapula deltoid ve trapeze uygulanan botoks enjeksiyonları yüz güldürücüdür (26) .

4.2. Derin Beyin Stimülasyonu (DBS):

Daha öncelerde parkinsonizm ve birincil distonilerde kullanılan bu cerrahi yöntem özellikle son yıllarda distonik SP'li çocuklar ile ilgili çalışmalarda dikkat çekmektedir. Semptomlara sebep olduğu düşünülen beynin bazı bölgelerindeki aktivite bozukluğunu düzeltmek amacıyla hekimler tarafından invaziv olarak uygulanır. Beyindeki derin merkezlere hastanın durumuna göre tek taraflı ya da iki taraflı elektrot yerleştirilir. Bu elektrotlar cilt altına yerleştirilen uzatma kablolarıyla köprücük kemiği altındaki göğüs bölgesine ya da karın bölgesine yerleştirilen batarya ile birleştirilir. Yüksek frekanslar ile bu bataryadan elektrik uyarısı beynin derin bölgelerine iletilir ve anormal aktivite bozuklukları düzeltilir (27) . Olaya ve diğ (2013) 6 ile 20 yaş arası ikincil distoniye sahip dokuz çocuğa uygulanan DBS sonuçlarına göre globus pallidus internus stimülasyonunun Barry-Albright Dystonia Scale (BADS) ve Burke-Fahn-Marsden Distoni skalasında (BFMDRS) anlamlı gelişmeler gösterdiği, özellikle hareketlerin motor kontrolünde gelişmeler gösterdiği ve bunun aileler tarafından onaylandığını bildirdi (28) . Keen ve diğ. (2014) 8-11 yaş arası 5 distonik SP'li çocuğa çift taraflı posteroventrolateral globus pallidus internus çekirdeğinin uyarılması sonucu BADS, BFMDRS-M skorlarında olumlu geliş-

meler gözlendi. Enfeksiyon riskinin %40 olduğu belirtildi. Bilateral serebellumun ön loplarının uyarıldığı başka güncel bir çalışma da ise UDRS (p=0.043) sonuçlarına göre özellikle boyun gövde ve ellerde agonist ve antagonist kas kontrolünün arttığı, spastisitenin azaldığı (MAS=p=0.01), spazmlara bağlı oluşan ağrılarda bir değişiklik olmadığı (VAS p=0.108) bildirildi (29) . Diskinetik SP'li çocuklarda DBS uygulaması yapılan 20 çalışmayı derleyen bir meta analiz sonucunda; yaygın olarak globus pallidus internus, subtalamik ve ventral lateral talamik çekirdeklerin uyarıldığı görüldü. BFMDRS skalasına göre orta dereceli anlamlı iyileşme (p<0.001) olduğu, yaşam kalitesi ve ağrı sorgulamasında olumlu ve olumsuz çeşitli sonuçlar elde edildiği, cerrahi komplikasyonlar dışında önemli bir yan etkisinin olmadığı belirtildi. Gelecekteki çalışmalarda SP'li çocukların daha alt klinik tiplerine göre, fluktuasyonların şiddetine ve süresine göre objektif, çok boyutlu değerlendirme yöntemlerine ihtiyaç olduğu belirtildi (30) .

4.3. İntratekal Baklofen

Baklofen (beta-p-chlorophenyl-GABA) yapı olarak inhibitör nörotransmitter olan gama aminobütürik asit analoğudur. Ağızdan veya invaziv bir şekilde vücut içine yerleştirilen bir sistemle (Baklofen pompası) omurilikten intratekal olarak verilebilir. Şiddetli spastisite ve distonilerde, baş edilemeyen ko-kontraksiyonlarda, düşük dozlara cevap vermeyen intermittant spazmları olan SP'li çocuklarda intratekal baklofen uygulaması düşünülebilir. Bu yöntemle kan-beyin bariyeri engeli aşılmış ve çok düşük baklofen dozları ile çok daha yüksek serebrospinal sıvı konsantrasyonu elde etme olanağı sağlanır (31,32) .

4.4. Transkraniyel Manyetik Stimülasyon

1985'te Anthony Barker tarafından Sheffield Üniversitesi'nde beyindeki akımı odaklamak ve motor korteks modulasyonu oluşturmak için geliştirilmiştir. Faraday Yasası'na göre, elektromanyetik indüksiyon ile beyin parankimasını uyaran ve lokal olarak intrakraniyel mikro elektrik akımları oluşmasını sağlayan bir metottur. Noninvaziv, tolere edilebilir, ağrısız ve güvenlidir. Koillerin içerisinde dönen elektrik akımı yaklaşık 1,5- 2 T manyetik alan çeşitliliği oluşturur ve kortikal bölgede 1-2 cm derinliğe penetre olur. Girişimsel olmayan bir yöntem olduğu için güvenilirdir. Manyetik alandan yararlanıldığı için, çeşitli akım stimülasyonları gibi ağrılı bir uygulama değildir. Dezavantaj olarak, çocuğu belli bir pozisyonda uzun süre tutmak gerekir. Diskinetik çocuklarda bu yöntemi uygulamak çok zordur (33) .

4.5. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yaklaşımları

Literatürde diskinetik SP'li çocukların durumuna özel, yapılandırılmış bir fizyoterapi ve rehabilitasyon protokolü yoktur. Fizyoterapist çocuğun vücut yapı ve fonksiyonlarını bireysel olarak klinik ortamda uygun değerlendirme metotları ile değerlendirir. Gerekli olan bilgileri hastane dosyasından ve aileden aldığı sosyodemografik bilgiler ile tamamlar. Ailenin sosyal statüsünü ve çocuğun yaşadığı ortamı, düşünerek aktivite ve katılım durumunu da değerlendirilir. Yine aile ve çocuğun beklentileri ve isteklerini de göz önünde bulundurarak yakın ve uzak hedefler belirlenir ve bu hedefler doğrultusunda hedefe yönelik birçok fizyoterapi ve rehabilitasyon konseptleri uygulanabilir. Bu yöntemlerden bazıları aşağıda sıralanmıştır;

- Nörogelişimsel tedavi yöntemleri (Bobath) (34)
- Motor öğrenme tabanlı aktivite eğitimi (35)
- Kısıtlandırılmış zorunlu hareket tedavisi (CIMT) (36)
- Adaptif ve yardımcı cihaz uygulamaları (37)
- Sanal gerçeklik uygulamaları (38)
- Hidroterapi (39)
- Hippoterapi (40)
- Yürüme-koşu bandı eğitimi (41)
- Kuvvetlendirme eğitimi (42)
- Aerobik egzersiz yaklaşımları gibi (43) .

Himmelmann (2016) güncel çalışmasında; diskinetik tip SP'li çocuklara özel bazı soruların literatürde ve klinikte hala cevapsız kaldığını belirtmiştir. Bu sorular:

- Distoni ile koreatetoz belirtileri ne zaman başlar?
- Hareketlerdeki dalgalanmaların yoğunluğu zamanla azalıyor mu?
- Hangi müdehale daha etkili oluyor?
- Hangi tip diskinetik SP' de hangi tedavilerden kaçınmak gerekir?
- Oturma düzenekleri nasıl olmalı?
- Distoni yaşam süresini azaltıyor mu? Bu gibi soruların hala belirsiz olduğun ve açıklanması gerektiği vurgulanmaktadır (44) .

Gelecekteki çalışmalarda;

- Diskinetik SP'nin ICF kapsamında sadece vücut yapı ve fonksiyonlarına yönelik değil aynı zamanda aktivite ve katılım, yaşam kalitesi, çevresel etmenler boyutuna yönelik kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır.

- Cerrahi/ ilaç, fizyoterapi ve rehabilitasyon ve diğer disiplinlere ait uygulamaların etkinliğini görebilmek için geçerli, güvenilir, minimal değişime duyarlı, objektif değerlendirme yöntemlerinin geliştirilmesine ihtiyaç vardır.
- Diskinetik SP'nin alt gruplarına özel yapılandırılmış fizyoterapi programlarına ihtiyaç vardır.
- Ayrıca derin beyin stimülasyonu gibi cerrahi uygulamalar sonrası fizyoterapi uygulamaları ile de ilgili çalışmalara da rastlanmadı. DBS, TMS sonrası fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarının motor kontrol ve motor öğrenme üzerinde olumlu gelişmeleri destekleyeceği düşünülmektedir.

5. SONUÇ

Son zamanlarda diskinetik SP'li çocuklar ile ilgili detaylı çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Diskinetik bozukluk skalası (DIS) özellikle SP'li çocuklara özel bir değerlendirme yöntemidir. Güncel tedavi çalışmalarında özellikle derin beyin stimülasyonu ile kas tonusu, hareketlerin motor kontrolü ile ilgili olumlu gelişmeler yayınlanmıştır. Bu çalışmalarda da belirtildiği gibi hala diskinetik SP ile ilgili çok çalışmaya ihtiyaç vardır. Özellikle fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında ve tıp alanında diskinetik SP'nin alt formlarına (distonik- koreatetoid SP) özel ICF kapsamında yapılandırılmış (süresi, durasyonu, tekrar sayısı gibi) tedavi protokolleri oluşturmak gerekmektedir. Bu protokollerin oluşması ve çalışmaların yapılabilmesi için hem kaliteyi hem de aktivitelerdeki gelişmeyi objektif olarak gösterebilecek video analizi tabanlı objektif değerlendirme yöntemlerine ihtiyaç vardır.

6. TEŞEKKÜR

Dr. Fzt. Sibel Atay YILMAZ anısına 4. Fizyoterapide Genç Araştırmacılar ve Yeni Fikirler Sempozyumu düzenleme kuruluna ve fizyoterapi seminerleri e-kitabı editörlerine teşekkürlerimi iletiyorum.

KAYNAKLAR

1. Rosenbaum, P., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., Bax, M., Damiano, D. ve diğerleri. (2007) A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl*, 109 (suppl 109), 8-14.
2. Ashwal, S., Russman, B., Blasco, P., Miller, G., Sandler, A., Shevell, M. ve diğerleri. (2004) Practice Parameter: Diagnostic assessment of the child with cerebral palsy Report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology and the Practice Committee of the Child Neurology Society. *Neurology*, 62 (6), 851-863.
3. Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P., Leviton, A., Paneth, N., Dan, B. ve diğerleri. (2005) Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47 (08), 571-576.
4. Bax, M., Tydeman, C.,Flodmark, O. (2006) Clinical and MRI correlates of cerebral palsy: the European Cerebral Palsy Study. *Jama*, 296 (13), 1602-1608.
5. Cans, C. (2000) Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 42 (12), 816-824.
6. Cans, C. (2012) Description of children with cerebral palsy: steps for the future. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 54 (8), 679-679.
7. Morris, C. (2007) Definition and classification of cerebral palsy: a historical perspective. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49 (s109), 3-7.
8. Phelps, W.M. (1940) The treatment of the cerebral palsies. *J Bone Joint Surg Am*, 22 (4), 1004-1012.
9. Evans, P., Alberman, E., Johnson, A., Mutch, L.,Bax, M. (1987) Standardisation of recording and reporting cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 29 (2), 272-272.
10. Türker, D., Korkem, D., Özal, C., Günel, M.K.,Karahan, S. (2015) The effects of Neuro-Developmental (Bobath) therapy based goal directed therapy on gross motor function and functional status of children with cerebral palsy. *International Journal of Therapies and Rehabilitation Research*, 4 (4), 9-20.
11. Sanger, T.D., Chen, D., Fehlings, D.L., Hallett, M., Lang, A.E., Mink, J.W. ve diğerleri. (2010) Definition and classification of hyperkinetic movements in childhood. *Movement Disorders*, 25 (11), 1538-1549.
12. Sanger, T.D. (2004) Toward a definition of childhood dystonia. *Current opinion in pediatrics*, 16 (6), 623-627.
13. Sanger, T.D. (2015) Movement Disorders in Cerebral Palsy. *Journal of Pediatric Neurology*, 13 (04), 198-207.
14. Park, B.-H., Park, S.-H., Seo, J.-H., Ko, M.-H.,Chung, G.-H. (2014) Neuroradiological and neurophysiological characteristics of patients with dyskinetic cerebral palsy. *Annals of rehabilitation medicine*, 38 (2), 189-199.
15. Aravamuthan, B.R.,Waugh, J.L. (2016) Localization of Basal Ganglia and Thalamic Damage in Dyskinetic Cerebral Palsy. *Pediatric neurology*, 54, 11-21.
16. Gimeno, H., Tustin, K., Selway, R.,Lin, J.-P. (2012) Beyond the Burke–Fahn–Marsden Dystonia Rating Scale: deep brain stimulation in childhood secondary dystonia. *european journal of paediatric neurology*, 16 (5), 501-508.
17. Albanese, A., Sorbo, F.D., Comella, C., Jinnah, H., Mink, J.W., Post, B. ve diğerleri. (2013) Dystonia rating scales: critique and recommendations. *Movement Disorders*, 28 (7), 874-883.
18. Barry, M.J., VanSwearingen, J.M.,Albright, A.L. (1999) Reliability and responsiveness of the Barry–Albright dystonia scale. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 41 (6), 404-411.
19. Monbaliu, E., Ortibus, E., De Cat, J., Dan, B., Heyrman, L., Prinzie, P. ve diğerleri. (2012) The Dyskinesia Impairment Scale: a new instrument to measure dystonia and choreoathetosis in dyskinetic cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 54 (3), 278-283.
20. Monbaliu, E., Cock, P., Ortibus, E., Heyrman, L., Klingels, K.,Feys, H. (2016) Clinical patterns of dystonia and choreoathetosis in participants with dyskinetic cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 58 (2), 138-144.

21.O'Byrne, J.M., Jenkinson, A.,O'brien, T. (1998) Quantitative analysis and classification of gait patterns in cerebral palsy using a three-dimensional motion analyzer. *Journal of child neurology*, 13 (3), 101-108.
22.Artilheiro, M.C., Corrêa, J.C.F., Cimolin, V., Lima, M.O., Galli, M., de Godoy, W. ve diğerleri. (2014) Three-dimensional analysis of performance of an upper limb functional task among adults with dyskinetic cerebral palsy. *Gait & posture*, 39 (3), 875-881.
23.Sanger, T.D. (2006) Arm trajectories in dyskinetic cerebral palsy have increased random variability. *Journal of Child Neurology*, 21 (7), 551-557.
24.Simpson, D., Blitzer, A., Brashear, A., Comella, C., Dubinsky, R., Hallett, M. ve diğerleri. (2008) Assessment: Botulinum neurotoxin for the treatment of movement disorders (an evidence-based review) Report of the Therapeutics and Technology Assessment Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*, 70 (19), 1699-1706.
25.Vidailhet, M., Yelnik, J., Lagrange, C., Fraix, V., Grabli, D., Thobois, S. ve diğerleri. (2009) Bilateral pallidal deep brain stimulation for the treatment of patients with dystonia-choreoathetosis cerebral palsy: a prospective pilot study. *The Lancet Neurology*, 8 (8), 709-717.
26.Vidailhet, M. (2012) Treatment of movement disorders in dystonia-choreoathtosis cerebral palsy. *Handbook of clinical neurology*, 111, 197-202.
27.Perlmutter, J.S.,Mink, J.W. (2006) Deep brain stimulation. *Annual review of neuroscience*, 29, 229.
28.Olaya, J.E., Christian, E., Ferman, D., Luc, Q., Krieger, M.D., Sanger, T.D. ve diğerleri. (2013) Deep brain stimulation in children and young adults with secondary dystonia: the Children's Hospital Los Angeles experience. *Neurosurgical focus*, 35 (5), E7.
29.Keen, J.R., Przekop, A., Olaya, J.E., Zouros, A.,Hsu, F.P. (2014) Deep brain stimulation for the treatment of childhood dystonic cerebral palsy: Clinical article. *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*, 14 (6), 585-593.
30.Koy, A., Hellmich, M., Pauls, K.A.M., Marks, W., Lin, J.P., Fricke, O. ve diğerleri. (2013) Effects of deep brain stimulation in dyskinetic cerebral palsy: A meta□analysis. *Movement Disorders*, 28 (5), 647-654.
31.Bonouvrié, L.A., Becher, J.G., Vles, J.S., Boeschoten, K., Soudant, D., de Groot, V. ve diğerleri. (2013) Intrathecal baclofen treatment in dystonic cerebral palsy: a randomized clinical trial: the IDYS trial. *BMC pediatrics*, 13 (1), 1.
32.Saulino, M., Ivanhoe, C.B., McGuire, J.R., Ridley, B., Shilt, J.S.,Boster, A.L. (2016) Best practices for intrathecal baclofen therapy: patient selection. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface*, 19 (6), 607-615.
33.Barker, A.T. (1998) The history and basic principles of magnetic nerve stimulation. *Electroencephalography and clinical neurophysiology. Supplement*, 51, 3-21.
34.Butler, C.,Darrah, J. (2001) Effects of neurodevelopmental treatment (NDT) for cerebral palsy: an AACPDM evidence report. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 43 (11), 778-790.
35.Damiano, D.L. (2006) Activity, activity, activity: rethinking our physical therapy approach to cerebral palsy. *Physical therapy*, 86 (11), 1534-1540.
36.Branjerdporn, N., Sakzewski, L.,Boyd, R. (2015). Individual patient data meta-analysis of intensive upper limb therapy approaches on upper limb functional outcomes for children with unilateral cerebral palsy [Bildiri].69th Annual Meeting American Academy of Cerebral Palsy and Developmental Medicine.
37.Angsupaisal, M., Maathuis, C.G.,Hadders□Algra, M. (2015) Adaptive seating systems in children with severe cerebral palsy across International Classification of Functioning, Disability and Health for Children and Youth version domains: a systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 57 (10), 919-930.
38.Ravi, D., Kumar, N.,Singhi, P. (2016) Effectiveness of virtual reality rehabilitation for children and adolescents with cerebral palsy: an updated evidence-based systematic review. *Physiotherapy*.
39.Kim, B.,Lee, H. (2015) Effects of Aquatic Rehabilitation Program on Gross Motor Function and Balance in Children with Cerebral Palsy. *Journal of The Korean Society of Integrative Medicine*, 3 (3), 35-42.
40.Becheva, M., Georgiev, D., Obreshkova, D.,Petkova, V. (2016) HIPPOTHERAPY: INTEGRATED APPROACH IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY (CP).
41.Cho, C., Hwang, W., Hwang, S.,Chung, Y. (2016) Treadmill training with virtual reality improves gait, balance, and muscle strength in children with cerebral palsy. *The Tohoku journal of experimental medicine*, 238 (3), 213-218.
42.Gillett, J.G., Lichtwark, G.A., Boyd, R.N.,Barber, L.A. (2015) FAST CP: protocol of a randomised controlled trial of the efficacy of a 12-week combined Functional Anaerobic and Strength Training programme on muscle properties and mechanical gait deficiencies in adolescents and young adults with spastic-type cerebral palsy. *BMJ open*, 5 (6), e008059.
43.Anttila, H., Autti-Rämö, I., Suoranta, J., Mäkelä, M.,Malmivaara, A. (2008) Effectiveness of physical therapy interventions for children with cerebral palsy: a systematic review. *BMC pediatrics*, 8 (1), 1.
44.Monbaliu, E., Lin, J.-P., Lumsden, D., Bonouvrie, L., Ortibus, E.,Himmelmann, K. (2016) Dyskinetic Cerebral Palsy: from better understanding towards a targeted management.

Yürüyüşte Değişkenlik ve Normallik

Dr Fzt Hilal KEKLİCEK
Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
E-mail: hilal.keklicek@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Günümüze kadar yürüyüşü ilgilendiren kanıta dayalı araştırmalar, ortalama adım uzunluğu, adım genişliği, adım sayısı gibi yürüyüşün tipik özelliklerine odaklanmaktaydı. Son yıllarda yapılan araştırmalar ise yürüyüşün bu özelliklerindeki kirlilik olarak tanımlanan dalgalanmaların ve bunların zamanla değişiminin önemli olduğu bildirildi. Yürüyüşteki değişkenliğin ölçümü; yaşla ilişkili ya da patolojik olarak lokomotor sistemin etkilenme biçiminin anlaşılması, hastalıkların şiddetinin belirlenmesi, terapatik uygulamaların etkinliğinin objektif olarak ölçülmesi, düşme riski analizi, yürüyüşün nöral kontrolünün ve yürüyüşün fizyolojisinin anlaşılması açısından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Yürüyüş fizyolojisi, biyomekanik fenomen, düşme riski

ABSTRACT

Until recently, evidence-based studies of gait have usually focused on typical features of walking such as average stride long, step wide or cadence etc. İgnoring the stride-to-stride fluctuations and considering these fluctuations to be noise. Recently investigates showed that fluctuations of gait properties which are described before as noise and their changes over time were important. Evaluation of gait variability is important to age-related and pathological alterations in the locomotor control system, to determine disease severity, to effectiveness oftherapeuticinterventionsobjectively, toanalyse of fall risk, tounderstandtheneuralcontrol of locomotion and physiology of gait.

Keywords: Gait physiology, biomechanical phenomena, fall risk

1. GİRİŞ

İnsanın temel yaşam fonksiyonlarından biri olan yürüyüş, yıllar boyunca farklı meslek grupları tarafından incelenmiş, sağlıkla ilişkili mekaniğin temel konularından biri olarak görülmüştür. Yürüyüşe normallik kazandıran özellikler, zaman içerisinde tanımlanmış ve birçok araştırma, tanımlanan bu özellikleri yürüyüşün belirleyicileri olarak kabul ederek yürütülmüştür.

Yürüyüşün belirleyicileri;

1. Gravite Merkezinin Vertikale Yer Değiştirmesi: Ortalama 5 cm olarak kabul edilir.
2. Gravite Merkezinin Laterale Yer Değiştirmesi: Ortalama 5 cm olarak kabul edilir.
3. Pelvik Rotasyon: Ortalama 10□olarak kabul edilir.
4. Pelvik Tilt: Ortalama 10□ olarak kabul edilir.
5. Destek Yüzeyinin Genişliği: 5 veya 10 cm arasında değiştiği kabul edilir.
6. Yürüyüşün Ahengi (Cadence); Bir dakikalık yürüyüş boyunca açığa çıkarılan adım sayısı olarak tanımlanır.

   Yavaş yürüyüş: Dakikadaki adım sayısı 70 adettir.

   Normal yürüyüş: Dakikadaki adım sayısı 90-110 adettir.

   Hızlı yürüyüş: Dakikadaki adım sayısı 130 (Çift destek periyodu kısalır) adettir.
7. Ayak bileği eklemi, diz ve kalça eklemlerinin yürüyüşün fazlarında aldıkları açısal değerleridir (1-3).

Gelişen teknolojiyle uyumlu olarak biyomekanik analizler çeşitlenmeye ve derinleşmeye başlamıştır. Yeni teknolojiyle elde edilen değerlendirmeler ışığında, yürüyüşün, bilinenden daha karmaşık olaylar bütününü içerdiği farkedilmiştir. Geleneksel normallik belirleyicileri kavramı genişletilerek yürüyüşün hassas belirleyicileri gündeme gelmiştir. Güncel yürüyüş analizleri;

yürüyüşte değişkenlik, otokorelasyon ve fraktal yapılanma üzerinde durmaktadırlar(4,5).

2. YÜRÜYÜŞ DEĞİŞKENLİĞİ, OTOKORELASYON VE FRAKTAL YAPILANMA İLİŞKİSİ

Yürüyüş değişkenliği; bir yürüyüş döngüsü boyunca gerçekleştirilen adımdan adıma dalgalanmaları ifade etmektedir. Bireyin, kesit analizlerde alınan verilere göre adım uzunlukları simetrik olsa bile, bir yürüyüş döngüsü içerisinde tekrarladığı adımlar bir öncekinin aynısı olmaz. Kişi, kendi nöro-biyomekanik alt yapısı ölçüsünde değişkenlik gösteren adım uzunluklarıyla, adım genişlikleriyle, hızlanma veya yavaşlamalarla yürüyüşünü gerçekleştirir (4,5).

Yürüyüşte değişkenlik kavramı, kalp hızı değişkenliğiyle (heart rate variability: HRV) ilişkili olduğu farkedildiğinde önem kazanmaya başlamıştır. HRV, kalbin değişen aktiviteye uyum sağlama yeteneği olarak ifade edilmektedir. HRV ' nin iyi sonuçlar verdiği bireylerde yürüyüşün daha az değişken olduğu gösterilmiştir. Bu sonuç; yürüyüşte sistem fonksiyonlarının kas iskelet sistemi fonksiyonlarından daha etkin olduğu yargısına varılmasına neden olmuştur. Normal bir yürüyüş döngüsünün değişkenliğinde azalma, yürüyüşün stabil olduğunu göstermektedir (6-8).

Yürüyüş stabilitesinden bahsedilebilmesi için, yürüyüşün otokorelasyon özelliğinin ve fraktal yapılanmasının da incelenmesi gerekmektedir. Stabil bir yürüyüş için, adım uzunluğu, yürüyüşün ahengi, adım genişliği ve adım zamanlaması vb. gibi parametrelerin yürüyüş boyunca sergiledikleri özelliklerin kendi içinde birbirine benzemesi ve oluşturdukları alt döngülerin bir sistem içerisinde birbirini tekrar etmesi gerekir. Bu sistemli tekrarlar, yürüyüşün otokorelasyonu anlamına gelir ve yürüyüşün fraktal bir yapılanma içinde olduğunu gösterir(9,10).

Bir başka deyişle fraktal paterne göre tam bir yürüyüş döngüsü sistematik değişkenlik içerisinde, kendisine yani döngünün bütününe benzeme özelliği gösteren mini döngülerden oluşur. Fraktal yapının içindeki dalgalanmalar harmonik, sistematik, senkronize ve ritmiktir. Bu yapılanma biçimi, otokorelasyon özelliği gösteren yürüyüşün temel özelliklerinden biridir. Yalnızca kas iskelet sisteminin yeterli özellik göstermesi yürüyüşü stabil yapmaz. Bilinçli, bilinçaltı ve otonomik nöral sistemin tam organize olmasını gerektirir (9,11,12).

Yürüyüş; değişkenlikler gösteren, sistematik olarak iç içe geçmiş ve zincirlenmiş alt kümelerin tamamıyla oluşmaktadır ve nöromotor kontrol sisteminin final çıktısıdır (9).

Yürüyüşün fraktal yapı gösterip göstermediğini anlayabilmek için uzun yürüyüş döngülerindeki otokorelasyonun incelenmesi gerekir. Kısa yürüyüş döngüleri daha düşük fraktal nitelik göstermektedir. Yüyüşün uzun döngülerindeki bu yapılanmanın keşfi yürüyüşün periferal veya spinal değil daha çok üst merkezler tarafından organize edildiğini göstermektedir. Bir dalgalanma yüzlerce adım öncesinde görülen bir dalgalanmanın tekrarı niteliğinde olabilir ve bu dalgalanmaların her biri, bir düzen içinde kendisini tekrar etmektedir (8,13,14).

Sağlıklı genç erişkinlerde metronomla yürüyüş analizi yapılan bir araştırmada, metronom uygulamasının yürüyüşün otokorelasyonunu etkileyerek fraktal yapısını bozduğu gösterilmiştir. Periferal nöropatisi olan bireylerde adımdan adıma artmış değişkenlikle birlikte yürüyüşün zamanlamasında fraktal yapının korunduğu gözlenmiştir. Her ne kadar santral patern jeneratörlerinin ritmik lokomosyonda etkin olduğu düşünülse de, uzun yürüyüş döngülerindeki otokorelasyonun ve fraktal yapılanmanın dış uyaranlarla değiştirilebilmesi, yürüyüşün bilinçli olarak sistematik tutulduğu, asıl kontrolün üst merkezlerle ilişkili olduğu görüşünü desteklemektedir (9,15-18).

3. YÜRÜYÜŞ DEĞİŞKENLİĞİNİN ÖLÇÜMÜ

Yürüyüş değişkenliği sistemlerin işleyişi hakkında bilgi vermektedir. Lokomosyonun simetrisinden ziyade kalitesini gösterir. Yürüyüşün fizyolojisini anlayabilmek ve nöromotor kontrolü tanımlayabilmek için önemlidir. Ayrıca;

- Terapatik uygulamalar ve rehabilitasyon yaklaşımlarının sonuçlarının izlenmesinde etkili bir yöntemdir.
- Düşme riskini belirlemekte kullanılan en etkin ölçeklerden biridir.
- Yaşla ilgili veya patolojik faktörlerin lokomosyon üzerine etkisinin belirlenmesi sağlanır.
- Mobilite ve fonksiyonel statünün objektif ölçümlerinden biridir(19-22).

Normal yürüyüş paterni gösteren Amyotrofik Lateral Skleroz hastalarında, yürüyüşte belirgin dalgalanmalar olduğu gözlenmiştir. Yürüyüşün zaman mesafe karakteristiklerine ilişkin ölçümlerin normal olması bize yürüyüşün normal olduğunu göstermez. Kesitsel analizler fikir veren kıymetli kaynaklardır fakat yürüyüşün gerçek doğası hakkında bilgi vermez (20).

Yürüyüş değişkenliğinin ölçümü için birçok yöntem ortaya koyulmuştur. Doğrudan veya matematiksel yöntemlerle yürüyüş değişkenliği hesaplanabilmektedir.

Yürüyüşte değişkenliğin yanı sıra, sağlıklı bir otokorelasyon veya fraktal yapı varlığının tespiti için, bireyin uzun yürüyüş döngüsü gerçekleştirmesi gerektiği, en az 512 adıma ihtiyaç duyulduğu bildirilmiştir. Ayrıca, kesitsel analizlerle tahmini değişkenlik hesabı veya 240 adım üstünde bir döngü sağlanırsa tahmini otokorelasyon veya fraktal yapılanma bilgisi de elde edilebilmektedir. Hesaplamalarda genellikle; varyasyon katsayısı (Coefficient of variation) bir başka deyişle dalgalanma miktarı, eğimden arındırılmış dalgalanma analizi (Detrended fluctuation analyses), dalgalanmaların büyüklüğü, otokorelasyonda sistem stabilitesi ve zaman serilerinin hafıza etkisine bakılmaktadır (13,23,24).

Ölçüm için yaygın olarak yürüyüş bandı (forceplate/ optik treadmil), akselerometre, ayak izi yöntemi, gyroscop, giyilebilir sensörler, kameralı sistemler, uydu metodu gibi araçlar kullanılmaktadır. Bu araçların bir kısmı uzun yürüyüş döngüsü bilgisi sağlayabilmektedir (9,23).

4. YÜRÜYÜŞ DEĞİŞKENLİĞİN KONTROLÜ VE İLİŞKİLİ FAKTÖRLER

Geleneksel düşünceye göre yürüyüş otomatiktir ve minimal kognitif fonksiyonla sürdürülür. Ancak güncel araştırmaların sonuçları geleneksel düşünceden giderek uzaklaşılmasına neden olmaktadır. Araştırmacılar, kognitif yükleme ile yürüyüş hızının azaldığını, adım ve salınım zamanlamasındaki değişkenliğin arttığını, adım genişliği değişkenliğinin arttığını göstermişlerdir. Bu gibi benzer araştırmanın sonuçları değişkenliğin kontrollü sınırlarda tutulabilmesi için özelleşmiş kognitif süreç gerektirdiğini göstermektedir (25-29).

Elde edilen sonuçlar beraberinde bazı soruları doğurmuştur:

- Yürüyüş değişkenliği kognitif olarak nasıl kontrol edebilmektedir? Frontal korteks bağlantılarının yürüyüş değişkenliği üzerinde nasıl bir etkisi vardır?
- Kognitif yükleme ile aslında otomatik olduğu düşünülen yürüyüş süreci nasıl bozulmaktadır?
- Uzun bir yürüyüş döngüsü içerisinde, incelikle işlenmiş bir yürüyüşün mekanizması nedir?
- Her bir mini yürüyüş döngüsü, uzun yürüyüş döngüleri boyunca sistematik ve birebir olarak kendisini nasıl tekrarlayabilmektedir?

Bu konular henüz tam olarak aydınlatılamamıştır.

5. YÜRÜYÜŞ DEĞİŞKENLİĞİ VE YAŞ

Bireyler büyüdükçe yürüyüş değişkenliğinde azalma görülmektedir. 3-4 yaşlarındaki çocuklarda %93 ± .04; 5-6 yaşlarındaki çocuklarda %93 ± .03; 11-14 yaşlarındaki çocuklarda %88 ± .04 oranında yürüyüş değişkenliği olduğu tespit edilmiştir. Zaman mesafe karakteristikleri incelendiğinde, yaşlı bireylerle genç bireylerin adım karakteristiklerinin benzer olduğu, yürüyüş değişkenliğinin yaşlı bireylerde genç erişkinlerden daha fazla olduğu gösterilmiştir. Çocuklarla yaşlı bireyler karşılaştırıldığında yürüyüş değişkenliklerinin benzerlik gösterirken çocukların yürüyüşlerinin daha iyi fraktal yapılanma gösterdiği bildirilmiştir (30-9).

6. NÖROLOJİK HASTALIKLARDA YÜRÜYÜŞ DEĞİŞKENLİĞİ

Yürüyüşün ritmiyle ilgili bozuklukların gözlendiği hastalıklarda artmış temporal yürüyüş değişkenliği ve antero-posterior spatial yürüyüş değişkenliği olduğu tespit edilmiştir. Yürüyüşün denge ile ilişkili özelliklerinin etkilendiği hastalıklarda,mediolateral spatial değişkenlikte artış olduğu bildirilmiştir (31). Hungtington hastalarında Parkinson hastalarına göre fraktal yapının daha fazla bozulduğu (32,33), Parkinson hastalarının donma problemi yaşayanlarında değişkenliğin daha çok arttığı (9,34), serebellar ataksi problemi olan bireylerde bazal gangliyon hastalıkları olan bireylere göre değişkenliğin daha faza olduğu gösterilmiştir (35-37). Multiple sklerozu olan hastalarda ise diğer santral sistem anormallikleri olan hastalara göre daha az yürüyüş değişkenliği tanımlanmıştır (38).

Araştırmalardaki genel yargı ise karşılaştırılan hastalık gruplarında, yürüyüşün zaman mesafe karakteristikleri benzer ortalama değerler alırken, yürüyüş değişkenliklerinin farklı olduğu sonucudur. Buna göre yürüyüşün zaman mesafe karakteristikleri yürüyüş dinamiklerinin parçasıdır fakat belirleyicisi değildir. Merkezi sinir sistemi yürüyüşü, uzun aralık korelasyonla (long range correlation) organize etmektedir (9,18,38).

7. DEĞİŞKENLİK VE DÜŞME RİSKİ

Değişkenlik ve düşme riski arasında kuvvetli bir bağ olduğu bilinmektir. Düşme öyküsü olmayan ve yaş, cins, vücut kütle indeksi, Charlson Comorbidity İndeks, ilaçlar, depresif semptomlar, eğitim seviyesi, günlük yaşam aktivite skorları, ortalama yürüyüş hızları, denge, alt ekstremite fonksiyonu (kalk ve yürü testi ve performans odaklı mobilite) puanları benzer olup yürüyüş değişkenlikleri farklı olan yaşlı bireyler bir yıl boyunca takip edilmişlerdir. Bir yıllık takip sonucunda yürüyüş değişkenlikleri fazla olan bireylerin düşmeye başladıkları görülmüştür. Başka bir araştırma; benzer hızda yürüyen yaşlı bireylerde düşme öyküsü olanların yürüyüş değişkenliklerinde artış olduğu bildirilmiştir. Benzer özellikte birçok araştırma, yürüyüşün diğer parametreleri normal veya simetrik görünse de, yürüyüşteki artmış değişkenliğin düşme riski ile doğrudan ve kuvvetle ilişkili olduğunu göstermişlerdir (39,40).

8. LİTERATÜR

Yürüyüşün kendi doğasına ve karmaşıklığına artan ilgi çalışma kapsamlarının genişlemesini sağlamıştır. Günümüzde birçok farklı klinik durumda yürüyüşün değişkenliği, otokorelasyonu ve fraktal yapısı üzerine araştırmalar yapılmaktadır.

2009 tarihli bir araştırmada periferal arterial hastalığı olan bireylerde ağrı olmasa bile artmış kinematik değişkenlik tanımlanmıştır(41).

Düşük kemik mineral yoğunluğu olan erken postmenapozal dönemdeki kadınlarla aynı dönemde olup kemik mineral yoğunluğu iyi olan kadınların, daha az yürüyüş değişkenliği gösterdiği, grupların denge, kuvvet ve yürüyüş hızı test sonuçlarının benzer olduğu gösterilmiştir (42).

İnsan yürüyüşündeki fraktal dalgalanmaların araştırıldığı bir diğer çalışmada görsel ve işitsel uyaranların yürüyüşü nasıl etkilediğine bakılmıştır. Araştırmanın sonucuna göre her iki tip uyarana da maruz kalan bireylerde yürüyüşün değişkenliğinde azalma gözlenmiş fakat yürüyüşün otokorelasyonunun bozulduğu ortaya çıkmıştır (43).

Nöropatik ağrısı olan diyabetli bireylerde adım uzunluğu değişkenliğinde belirgin artış tespit edilmiştir (44).

Parkinson hastalarında ritmik işitsel uyarının yürüyüş değişkenliğini azalttığı fakat otokorelasyonu bozduğu gösterilmiştir (45).

Hiperaktivite bozukluğu olan bireylerde ise dual taskın yürüyüş değişkenliğinde azalmaya katkı sağladığı bildirilmiştir (46). İnme geçirmiş bireylerde ise dual taskın yürüyüş değişkenliğini arttırdığı bildirilmiştir (47).

Majör depresyon belirtileri gösteren bireylerde artmış yürüyüş değişkenliği tanımlanmıştır (48).

Ön çapraz bağ rekonstrüksiyonu sonrasında farklı otogreft uygulamaları yapılan bireylerde benzer şekilde artmış yürüyüş değişkenliği olduğu görülmüştür (49).

Dizde osteoartritin yürüyüşün değişkenliğine ve fraktal yapısına etkisini araştıran başka bir çalışmanın sonuçlarına göre osteoartritli bireylerin yürüyüş değişkenliği artmakta ve yürüyüşün fraktal yapısı bozulmaktadır (50).

Lumbar spinal stenozu olan bireylerin sağlıklı bireylere göre daha fazla değişken yürüyüş sergilediği bildirilmiştir (51).

6. SONUÇ

Yürüyüşün doğası ve yapılanması hakkında yürütülen güncel çalışmalar, yürüyüşün nöromotor organizasyonundaki detayların ve işleme mekanizmalarının üzerinde yoğunlaşmaktadırlar. Elde edilen sonuçlar bir yürüyüşün normal olarak tanımlanabilmesi için kesitsel analizlerden veya yürüyüşün zaman mesafe karakteristiklerinin tanımlanan normal değerlerinden çok daha fazla özelliklerinin hesaba katılması gerektiğini vurgulamaktadır. Yürüyüşün bütüncül yapısını anlamak; fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarının etkinliğinin tespitinde, hastalıkların seyriyle ilgili öngörülerin objektif olarak ortaya koyulabilmesinde, riskli grupların erkenden tanımlanabilmesinin sağlanmasında ve koruyucu yaklaşımların içeriğinin detaylandırılmasına önemli katkılar sağlayacaktır. Yürüyüş uzun soluklu bir sistematik örüntüler bütünüdür, organizasyonu daha çok üst merkezlerle ilişkilidir ve sistem fonksiyonlarıyla bağlantılıdır.

Yürüyüş parametrelerindeki normallik yürüyüşün normal olduğunu göstermeyebilir. Asemptomatik durumlarda değişkenlik ve otokorelasyon analizi ayırıcı sonuçlar verir. Değişkenlik ve fraktal yapıda bozulma düşme riskinin kuvvetli belirleyicisidir. Tedavi yöntemlerinin etkinliğini belirlemek için değişkenlik ve otokorelasyon analizinin kullanılması tip II hataları önleyebilir.

KAYNAKLAR

1. Kuo, A.D. (2007). The six determinants of gait and the inverted pendulum analogy: A dynamic walking perspective. *Human movement science*, *26*(4), 617-656.
2. Kerrigan, D.C., Della Croce, U., Marciello, M., Riley, P. O. (2000). A refined view of the determinants of gait: significance of heel rise. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *81*(8), 1077-1080.

3. Whittle, M.W. (2014). *Gait analysis: an introduction*. Butterworth-Heinemann.
4. Dingwell, J.B., Cusumano, J. P. (2010). Re-interpreting detrended fluctuation analyses of stride-to-stride variability in human walking. *Gait & posture*, *32*(3), 348-353.
5. Hausdorff, J.M. (2005). Gait variability: methods, modeling and meaning.*Journal of neuroengineering and rehabilitation*, *2*(1), 1
6. Hausdorff, J. M., Herman, T., Baltadjieva, R., Gurevich, T., Giladi, N. (2003). Balance and gait in older adults with systemic hypertension. *The American journal of cardiology*, *91*(5), 643-645.Ll
7. Hausdorff J.M., Forman D.E., Ladin Z., Goldberger A.L., Rigney D.R., Wei J.Y. (1994). Increased walking variability in elderly persons with congestive heart failure. *Journal of the American Geriatrics Society*;42:1056–1061
8. Peng, C.K., Hausdorff, J.M., Goldberger, A.L.,Walleczek, J. (2000). Fractal mechanisms in neuronal control: human heartbeat and gait dynamics in health and disease. *Nonlinear Dynamics, Self-organization and Biomedicine*, 66-96.
9. Hausdorff, J.M. (2007). Gait dynamics, fractals and falls: finding meaning in the stride-to-stride fluctuations of human walking. *Human movement science*,*26*(4), 555-589.
10. Hausdorff, J.M., Ashkenazy, Y., Peng, C.K., Ivanov, P.C., Stanley, H.E., Goldberger, A.L. (2001). When human walking becomes random walking: fractal analysis and modeling of gait rhythm fluctuations. *Physica A: Statistical mechanics and its applications*, *302*(1), 138-147.
11. Rhea, C.K., Kiefer, A.W., Wittstein, M.W., Leonard, K.B., MacPherson, R.P., Wright, W.G., Haran, F.J. (2014). Fractal gait patterns are retained after entrainment to a fractal stimulus. *PloS one*, *9*(9), e106755.
12. West, B.J., Scafetta, N. (2003). Nonlinear dynamical model of human gait.*Physical Review E*, *67*(5), 051917.
13. Bollens, B., Crevecoeur, F., Nguyen, V., Detrembleur, C.,Lejeune, T. (2010). Does human gait exhibit comparable and reproducible long-range autocorrelations on level ground and on treadmill?. *Gait & posture*, *32*(3), 369-373.
14. Terrier, P., Turner, V., Schutz, Y. (2005). GPS analysis of human locomotion: further evidence for long-range correlations in stride-to-stride fluctuations of gait parameters. *Human movement science*, *24*(1), 97-115.
15. Gates, D.H., Su, J.L., Dingwell, J.B. (2007). Possible biomechanical origins of the long-range correlations in stride intervals of walking. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, *380*, 259-270.
16. Richardson, J.K., Thies, S.B., DeMott, T.K., Ashton□Miller, J.A. (2004). A comparison of gait characteristics between older women with and without peripheral neuropathy in standard and challenging environments. *Journal of the American Geriatrics Society*, *52*(9), 1532-1537.
17. Ashkenazy, Y., Hausdorff, J.M., Ivanov, P.C., Stanley, H. E. (2002). A stochastic model of human gait dynamics. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, *316*(1), 662-670.
18. Hausdorff, J.M., Peng, C.K., Ladin, Z.V.I., Wei, J.Y.,-Goldberger, A. L. (1995). Is walking a random walk? Evidence for long-range correlations in stride interval of human gait. *Journal of Applied Physiology*, *78*(1), 349-358.
19. Moe-Nilssen, R., Helbostad, J.L. (2005). Interstride trunk acceleration variability but not step width variability can differentiate between fit and frail older adults. *Gait & posture*, *21*(2), 164-170.
20. Hausdorff, J.M., Lertratanakul, A., Cudkowicz, M.E., Peterson, A.L., Kaliton, D., Goldberger, A.L. (2000). Dynamic markers of altered gait rhythm in amyotrophic lateral sclerosis. *Journal of applied physiology*, *88*(6), 2045-2053.
21. Brach, J.S., Perera, S., Studenski, S., Katz, M., Hall, C.,Verghese, J. (2010). Meaningful change in measures of gait variability in older adults. *Gait & posture*, *31*(2), 175-179.
22. Stone, E.E., Skubic, M. (2011, August). Passive in-home measurement of stride-to-stride gait variability comparing vision and Kinect sensing. In *2011 Annual international conference of the IEEE engineering in medicine and biology society* (pp. 6491-6494). IEEE.
23. Crevecoeur, F., Bollens, B., Detrembleur, C., Lejeune, T.M. (2010). Towards a "gold-standard" approach to address the presence of long-range auto-correlation in physiological time series. *Journal of neuroscience methods*,*192*(1), 163-172.
24. Goldberger, A.L., Amaral, L.A., Hausdorff, J.M., Ivanov, P.C., Peng, C.K., Stanley, H.E. (2002). Fractal dynamics in physiology: alterations with disease and aging. *Proceedings of the National Academy of Sciences*,*99*(-suppl 1), 2466-2472.
25. Springer, S., Giladi, N., Peretz, C., Yogev, G., Simon, E.S., Hausdorff, J.M. (2006). Dual□tasking effects on gait variability: The role of aging, falls, and executive function. *Movement Disorders*, *21*(7), 950-957.
26. Stuss D.T., Levine B.(2002). Adult clinical neuropsychology: Lessons from studies of the frontal lobes. Annual Review of Psychology,53:401–433.
27. Frenkel-Toledo, S., Giladi, N., Peretz, C., Herman, T., Gruendlinger, L.,Hausdorff, J.M. (2005). Effect of gait speed on gait rhythmicity in Parkinson's disease: variability of stride time and swing time respond differently. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, *2*(1), 1.
28. Schaafsma, J.D., Giladi, N., Balash, Y., Bartels, A.L., Gurevich, T.,Hausdorff, J.M. (2003). Gait dynamics in Parkinson's disease: relationship to Parkinsonian features, falls and response to levodopa. *Journal of the neurological sciences*, *212*(1), 47-53.
29. Hausdorff, J.M., Peng, C.K., Goldberger, A.L.,NStoll, A.L. (2004). Gait unsteadiness and fall risk in two affective disorders: a preliminary study. *BMC psychiatry*, *4*(1), 1.
30. Hausdorff, J.M., Zemany, L., Peng, C.K., Goldberger, A.L. (1999). Maturation of gait dynamics: stride-to-stride variability and its temporal organization in children. *Journal of Applied Physiology*, *86*(3), 1040-1047.
31. Brach, J.S., Studenski, S., Perera, S., VanSwearingen, J.M., Newman, A.B. (2008). Stance time and step width variability have unique contributing impairments in older persons. *Gait & posture*, *27*(3), 431-439.
32. Hausdorff, J.M., Cudkowicz, M.E., Firtion, R., Wei, J.Y., Goldberger, A.L. (1998). Gait variability and basal ganglia disorders: Stride□to□stride variations of gait cycle timing in parkinson's disease and Huntington's disease. *Movement disorders*, *13*(3), 428-437.
33. Takakusaki, K., Tomita, N., Yano, M. (2008). Substrates for normal gait and pathophysiology of gait disturbances with respect to the basal ganglia dysfunction. *Journal of Neurology*, *255*(4), 19-29.

34. Hausdorff, J.M. (2009). Gait dynamics in Parkinson's disease: Common and distinct behavior among stride length, gait variability, and fractal-like scaling. Chaos, 19, 026113.
35. Sojer, M., Ebersbach, G., Wissel, J., Müller, J., Poewe, W. (1999). Comparative analysis of gait in Parkinson's disease, cerebellar ataxia and subcortical arteriosclerotic encephalopathy. *Gait & Posture*, *10*(1), 67-68.
36. Ilg, W., Golla, H., Thier, P., Giese, M.A. (2007). Specific influences of cerebellar dysfunctions on gait. *Brain*, *130*(3), 786-798.
37. Ebersbach, G., Sojer, M., Valldeoriola, F., Wissel, J., Müller, J., Tolosa, E.,Poewe, W. (1999). Comparative analysis of gait in Parkinson's disease, cerebellar ataxia and subcortical arteriosclerotic encephalopathy. *Brain*, *122*(7), 1349-1355.
38. Moon, Y., Sung, J., An, R., Hernandez, M.E., Sosnoff, J.J. (2016). Gait variability in people with neurological disorders: A systematic review and meta-analysis. *Human movement science*, *47*, 197-208.
39. Hausdorff, J.M., Edelberg, H.K., Mitchell, S.L., Goldberger, A.L.,Wei, J. Y. (1997). Increased gait unsteadiness in community-dwelling elderly fallers.*Archives of physical medicine and rehabilitation*, *78*(3), 278-283.
40. Hausdorff J.M., Edelberg H.K., Mitchell S.L., Goldberger A.L., Wei J.Y. (1997). Increased gait unsteadiness in community-dwelling elderly fallers. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78:278– 283.
41. Myers, S.A., Johanning, J.M., Stergiou, N., Celis, R.I., Robinson, L., Pipinos, I.I. (2009). Gait variability is altered in patients with peripheral arterial disease. *Journal of vascular surgery*, *49*(4), 924-931.
42. Palombaro, K.M., Hack, L.M., Mangione, K.K., Barr, A.E., Newton, R.A., Magri, F., Speziale, T. (2009). Gait variability detects women in early postmenopause with low bone mineral density. *Physical therapy*, *89*(12), 1315-1326.
43. Terrier, P. (2016). Fractal fluctuations in human walking: comparison between auditory and visually guided stepping. *Annals of biomedical engineering*, 1-9.
44. Lalli, P., Chan, A., Garven, A., Midha, N., Chan, C., Brady, S., Block, H., Hu, B., Toth, C. (2013). Increased gait variability in diabetes mellitus patients with neuropathic pain. *Journal of Diabetes and its Complications*, *27*(3), 248-254.
45. Hausdorff, J.M., Lowenthal, J., Herman, T., Gruendlinger, L., Peretz, C., Giladi, N. (2007). Rhythmic auditory stimulation modulates gait variability in Parkinson's disease. *European Journal of Neuroscience*, *26*(8), 2369-2375.
46. Leitner, Y., Barak, R., Giladi, N., Peretz, C., Eshel, R., Gruendlinger, L., Hausdorff, J.M. (2007). Gait in attention deficit hyperactivity disorder. *Journal of neurology*, *254*(10), 1330-1338.
47. Chisholm, A.E., Makepeace, S., Inness, E L., Perry, S.D., McIlroy, W.E., Mansfield, A. (2014). Spatial-temporal gait variability poststroke: variations in measurement and implications for measuring change. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *95*(7), 1335-1341.
48. Hausdorff, J.M., Peng, C.K., Goldberger, A.L., Stoll, A.L. (2004). Gait unsteadiness and fall risk in two affective disorders: a preliminary study. *BMC psychiatry*, *4*(1), 1.
49. Moraiti, C.O., Stergiou, N., Vasiliadis, H.S., Motsis, E., Georgoulis, A. (2010). Anterior cruciate ligament reconstruction results in alterations in gait variability. *Gait & posture*, *32*(2), 169-175.
50. Clermont, C. (2005). The Effect of Knee Osteoarthritis on the Variability and Fractal Dynamics of Human Gait. *PhD Thesis*. Faculty of Graduate Studies and Research, University of Regina.
51. Papadakis, N.C., Christakis, D.G., Tzagarakis, G.N., Chlouverakis, G.I., Kampanis, N.A., Stergiopoulos, K.N., Katonis, P.G. (2009). Gait variability measurements in lumbar spinal stenosis patients: part A. Comparison with healthy subjects. *Physiological Measurement*, *30*(11), 1171.

Dejeneratif Disk Hastalığı ve Metabolik Sendrom İlişkisi

Dr Fzt Aynur DEMİREL
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
e-mail: aynur.demirel@hacettepe.edu.tr

ÖZET

İntervertebral disk yapısında yoğun su ve proteoglikan benzeri maddeler bulunduran vücuttaki en büyük kartilaj dokudur. İntervertebral diskin katmanları incelendiğinde bazı bölgelerinde kartilaj tiplerinde farklılığa bağlı olarak kompresyon kuvvetlerini karşılama ve dağıtmaya yönelik adaptasyonların olduğu görülmüştür. Avasküler ve anöral bir doku olarak bilinen intervertebral disk yaşlanmaya bağlı olarak dejenerasyonun geliştiği bilinmektedir. Fakat literatürde yaşlanmadan bağımsız olarak intervertebral disk dejenerasyonları ve dejenerasyona sekonder faset eklem problemleri, spondilolistezisin görüldüğü rapor edilmiştir. Yapılan genetik çalışmalarda bazı ırklarda dejeneratif hastalıkların daha çok görüldüğü, cinsiyet farkını ortaya koyan çalışmalarda ise eskiden kadınlarda erkeklere oranla daha sık gözlenen bu durumun güncel çalışmalarda neredeyse aynı oranda olduğu bildirilmiştir. Literatürde yer alan bazı araştırmalarda bazı hastalıklara sahip olmanın intervertebral diskte dejenerasyon riskini artırdığı vurgulanmaktadır. Türk toplumunda sıklıkla gözlenen diabet, hipertansiyon, ateroskleroz gibi sistemik hastalıkların ilerleyen dönemlerde dejeneratif disk hastalığına neden olması bu alanda koruyucu fizyoterapinin gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Omurga sağlığı alanında uzmanlaşan ve görev yapan kişilerin sistemik hastalıklara sahip olan hastaların tedavisinde bu risk göz ününe alınarak tedavi programlarının oluşturulması, hasta eğitimi önem taşımaktadır. Bu görüşten yola çıkarak metabolik sendromun komponentleri ile dejeneratif disk hastalıkları ilişkisi bu bölümde incelenecektir.

Anahtar kelimeler: Omurlararası disk dejenerasyonu, Metabolik sendrom x, Genetik, İnterlökin-6

ABSTRACT

Intervertebral disc (IVD) is the biggest cartilage tissue which consists of intense water and proteoglican content. The fibers of IVD adapted as to their resistive and transmission role against compressive loads. IVD which known as aneural and avascular tissue degenerates with aging. Apart from aging, IVD degeneration and seconderly facet joint problems, spondylolystesis were reported. In genetic studies, degenerative disc disease was frequently shown in some nations and it was more frequent in women than men. It is reported recently the ratio of having deggenetive disc disease is almost same between genders. It is also reported that having some diseases increase the risk of IVD degeneration. Diabetes Mellitus, Aterosclerosis, hypertension is shown frequently in Turkish population. Due to chronic phase of these stistematic disease could cause IVD degeneration, the preventive physiotherapy has a big emphasis to minimise the risc. It is so important to set the treatment programmes and patient training according to patients' sistematic disease. Based on this idea, the relationship of metabolic syndrome components and degenerative disc disease is analysed in this chapter.

Keywords: Intervertebral disc degeneration, metabolic syndrome X, genetics, Interleukin-6

1. GİRİŞ

İntervertebral disk (İVD) vücutta yer alan en büyük avasküler yapıdır. İntervertebral disk, nükleus pulposus (NP), annulus fibrosus (AF) ve vertebral son plak adı verilen 3 ayrı yapıdan oluşmaktadır. Bu yapılardan NP, oval şekilli, yoğun proteoglikan ve su içeriğe sahip, tip 2 kollajen miktarı fazla iken; AF'de tip 1 kollajen miktarı fazla, fibroz, agrekandan zengin konsentrik laminalardan oluşan bir yapıdır. Vertebral son plak ise NP ve AF'yi vertebra gövdesinden ayıran avasküler İVD metabolizmasının diffüzyon ile besin alışverişinden sorumludur (1).

Tekrarlı mekanik yüklenme ile İVD metabolizmasında değişiklikler olmaya başlar. Bu değişikler ile bölgeye olan kan akışında azalma, NP'de su kaybı, İVD şoku absorbe etme yeteneği azalır, değişik bölgelere yük aktarımı sonucunda disk dejenerasyon süreci başlamaktadır. Sağlıklı bir diskte dejenerasyon genellikle yaşlanma ile olmaktadır, fakat biyomekanik değişiklikler, İVD'nin metabolizmasını olumsuz etkileyen hastalıklar, vertebral son plakta oluşan fraktürler ile oto immün bir sürecin oluşması da disk dejenerasyonunu başlatır. Diskin dejenerayonu ile NP AF liflerinden kurtularak herniye olabilir, faset eklem-vertebra gövdesine yük aktarımının fazla olmasıyla faset eklem dejenerasyonları, osteofit formasyonu, disk yüksekliğinin azalması ve spinal stenoz gibi tüm omurgayı etkilen sorunlar ortaya çıkabilmektedir (2-5).

2. DEJENERATİF DİSK HASTALIĞI

İVD dejenerasyonu biyomekanik değişiklikler, son plak erozyonu, küçük AF lezyonu ve büyük AF lezyonuna yol açmaktadır. İVD dejenerasyonunda mekanizma ne olursa olsun inflamasyon-proteolizis ile NP matriksinde depolimerizasyon gerçekleşir. NP de oluşan bu depolimerizasyonla NP su kaybeder ve disk yüksekliğinde azalma meydana gelir. Disk yüksekliğindeki azalma İVD dejenerasyonunun primer belirleyicisidir. İVD dejenerasyonu oluşumunda yaşam şekli, beslenme, vücut kütle indeksi, yaralanma ve genetik faktörler risk oluşturmaktadır. İVD vücutta en erken dejenerasyona uğrayan yapı olmasına rağmen yıllarca asemptomatik olarak ilerlemektedir. 20-39 yaş aralığındaki kişilerin %35'inde, 13-19 yaşındaki kişilerin %20'sinde İVD'de çeşitli derecelerde görülmektedir. 50 yaşındaki kişilerin %10'unda, 70 yaşındaki kişilerin %60'ında şiddetli dejenerasyon görülmektedir. Bazı kişilerde diskin dejenerasyon süreci yaşlanmadan hızlı gitmektedir (6). Yaşa bağlı değişimlerin ilk olarak 2 yaşında ortaya çıktığı söylenmektedir (2). Bazı genetik çalışmalar ile yaşlılıkta ve gençlikte dejenerasyon oluşma riskini artıran genleri belirlemiştir (6). Bu tanımlanan genler bazı metabolik hastalıklarla da ilişkili bulunmuştur. COL9A3 geni Trp 3 alleli olan kişilerin olmayanlara göre 3 kat daha fazla dejeneratif disk hastalığına sahip olmakta iken COL9A3 geninin obez kişilerde görülme oranı %71 iken obez olmayanlarda %45 oranındadır (7). NGF anüler yırtık ve İVD dejenerasyonu ile ilişkilidir. NGF aynı zamanda koroner ateroskleroz, obezite, tip 2 Diabetes Mellitus ve metabolik sendromla ilişkilidir (8). 20- 25 yaşındaki bireylerle 40-45 yaşındaki bireylerin karşılaştırıldığı bir çalışmaya göre aşırı kilonun disk dejenarasyonu üzerindeki etkisi genç yaş grubunda daha fazladır (9).

3. METABOLİK SENDROM KOMPONENTLERİ VE DEJENERATİF DİSK HASTALIĞI

Metabolik sendrom, kardiyovasküler morbidite ve mortalite riskini artıran bozular bütünüdür (10).1988 yılında Reaven (11) tarafından metabolik sendromla yakından ilişkili olabilecek bir sürü risk faktörü belirlemiştir. X sendromu olarak tanımlanan bu faktörler dislipidemi, hipertansiyon ve hiperglisemidir. X sendromunun kardiyovasküler hastalık için çoklu bir faktör olduğunu vurgulamıştır. Ulusal kolesterol eğitim programı, yetişkin tedavi paneli 3'te metabolik sendromun primer belirleyicisinin kardiyo vasküler hastalık olduğunu, bu hastalığa sahip olan kişilerde insülin direncinin olduğunu ve tip 2 diabetes mellitus için artmış risk taşıdıklarını belirtmektedir. Bunun dışında polikistik over sendromu, karaciğer yağlanması, astım ve bazı kanser türleri de metabolik sendrom ile ilişkilidir.

Ulusal Kolesterol eğitim programı, yetişkin tedavi paneli 3 metabolik sendromun 6 komponenti vardır bunlar abdominal obezite, aterojenik dislipidemi, artmış kan basıncı, insülin direnci-glikoz intoleransı, proinflamatuar durum ve protrombotik durumdur. Kardiyovasküler hastalık için altta yatan risk faktörleri olarak obezite, fiziksel inaktivite ve aterojenik diet; major risk faktörleri olarak sigara kullanımı, hipertansiyon azalmış yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL), aile öyküsü ve yaşlanma; acil risk faktörleri ise artmış trigliserid, insülin direnci, glikoz intoleransı, proinflamatuar ve protrombotik durum olarak belirlenmiştir (10).

Abdominal obezite; metabolik sendromun güçlü bir belirleyicisidir bel çevresinin artması ile tarif edilir. Aterojenik dislipidemi; kanda artmış trigliserid ve azalmış HDL kolestrol ile belirlenir. Artmış kan basıncı obezite ve insülin direnci ile yüksek ilişkilidir. İnsülin direnci; metabolik sendromu olan kişilerin çoğunda görülmektedir, uzun zaman insülin direnci olanlarda glikoz intoleransı da gelişmektedir. Proinflamatuar durum; C-Reaktif Protein (CRP) seviyesinin artması ile tanımlanmaktadır. CRP'nin artışında birçok faktör etkili olmaktadır. Özellikle obezite adipoz dokudan aşırı inflamatuar sitokinlerin salgılanmasına ve CRP'nin yükselmesine neden olmaktadır. Protrombotik durum; plasmada artmış plasminojen aktivitör inhibitör (PAI-1) ve fibrinojenin artmasıyla karakterizedir. Fibrinojende CRP gibi akut fazda hızlı bir artış gösterir bu yüzden protrombotik ve proinflamatuar fazların birbirleriye ilişkide olabileceği düşünülmektedir (10).

Metabolik sendromun klinik kriterleri dünya sağlık örgütü (WHO) tarafından ve klinik belir-

Tablo 1. Ulusal kolesterol eğitim programı (10)

Risk faktörleri	Belirleme seviyesi
Abdominal obezite, bel çevresi	
Erkek	>102 cm
Kadın	>88 cm
Trigliserid	≥150 mg/dl
HDL Kolesterol	≤40 mg/dl
Erkek	≤50 mg/dl
Kadın	≥130/≥85 mmHg
Kan basıncı	≥110 mg/dl
Açlık Kan Glikozu	

Tablo 2. Dünya sağlık örgütü klinik kriterler (12)

İnsülin direnci, aşağıdakilerden 1'inin varlığında tanımlanır :
Tip 2 diabetes mellitus Bozulmuş açlık glikozu Bozulmuş glükoz toleransı Ek olarak aşağıdakilerden 2 si varlığında: Antihipertansif ilaç alımı veya yüksek kan basıncı (sistolik ≥ 140 mm Hg, diastolik ≥ 90 mm Hg) Plazma trigiserid seviyesi ≥ 150 mg/dl HDL kolesterol < 35 mg/dl erkek, < 39 mg/dl kadın Vücut kütle indeksi > 30 kg/m², veya bel kalça oranı > 0,9 erkek, > 0,85 kadın Üriner albümin atım oranı ≥ 20 µg/dak veya albümin/kreatinin oranı ≥ 30 mg/g

leyicileri ise Ulusal kolesterol Eğitim programı yetişkin tedavi paneli 3 tarafından belirlenmiştir. Ulusal kolesterol Eğitim programı yetişkin tedavi paneli 3 tablo 1 ve Dünya Sağlık Örgütü klinik kriterleri tablo 2'de görülmektedir.

Metabolik sendrom komponentleri ile dejeneratif disk hastalığı arasındaki ilişkili hala tartışmalıdır. Bazı epidemiyolojik çalışmalarda aşırı kilo, dislipidemi ve bozulmuş glikoz toleransının lumbal bölge dejeneratif disk hastalığı ile ilişkisini bulmasına rağmen başka çalışmalarda hipertansiyon, bozulmuş glikoz toleransı, dislipideminin ilişkisinin olmadığını vurgulamaktadır. Bunun çalışmalarda hasta seçiminde farklılıkların olması ve sadece lumbal bölgeye yönelik çalışmaların olmasından kaynaklandığı da belirtilmiştir. 2004 yılında 928 kişi ile yapılan bir çalışmada dejeneratif disk hastalığı ile metabolik sendrom arasındaki ilişkiyi tüm omurga seviyelerine göre incelemişlerdir. Bu çalışmaya göre aşırı kilolu olma omurganın tüm seviyelerinde DDH ile ilişkilidir. Hipertansiyon, dislipidemi ve bozulmuş glikoz toleransının sadece torakal bölge ile ilişkili olduğu bulunmuştur (13). Bu çalışmayı destekler şekilde Liuke ve arkadaşları geçmişte aşırı kilolu olmanın sonradan kilo almaya göre daha fazla DDH ile ilişkisi olduğunu söylemişlerdir (9). Aşırı kilonun DDH ile ilişkisini adipoz dokudan salgılanan inflamatuar sitokinlere bağlamışlardır. Adipoz dokudan salınan leptin, adiponektin, resistin gibi infamatuar sitokinler sadece lumbal bölgeyi değil tüm omurgayı etkilediği düşünülmektedir (14-17). Hipertansiyon ateroskleroz geliştirdiğinden emin olunan bir hastalıktır (18). Bozulmuş glikoz toleransının torakal bölgede dejenerasyon oluşturması mikroanjiyopati oluşturmasıyla ilişkilendirmişlerdir (9,19).

Vücut kompozisyonunu ölçme yöntemleri; vücut kütle indeksi, bel-kalça oranı, bioelektik impedans analiz, dual enerji x-ray absorbsiyometre (DEXA) ve magnetic rezonans görüntüleme (MRG)'dir. Bunlardan en geçerli olan metod MRG ve DEXA'dır. Vücut kitle indeksi ile adipozite durumu genel olarak ölçülürken MRG ile bölgelere göre adipozite ölçülebilmektedir. MRG ile ölçülen Abdominal obezite kardiyovasküler hastalık geliştirme riski bakımından vücut kütle indeksinden daha hassastır. Ortalama 21 yaşındaki 325 kadın ve 233 erkek ile yapılan bir araştırmada bel çevresi, abdominal çap, sagittal çap, ventral ve dorsal subkuten kalınlık ölçümleri yapılmıştır. Bel çevresi ölçümleri ve MRG'ye bağlı sagittal ve abdominal çap ölçümleri sadece erkelerde lumbal disk dejenerasyonu ile ilişkilidir (20). Adipoz dokunun kadınlarda kalça çevresi ve erkeklerde bel çevresinde depolanmasına bağlı olarak farklılık olduğu sonucuna varmışlardır (21).

Ateroskleroz risk faktörleri sigara, hipertansiyon,yüksek total kolesterol, yüksek trigliserid, yüksek LDL, karotid-intima media kalınlığı, diabet olarak sıralanmaktadır (22). Obeziteye bağlı kronik inflamasyon ateroskleroz ile ilişkilidir (23,24). Obezite proinflamatuar sitokin olan adipositokinleri artırır. Adipositokinler hepatositokinleri artırarak CRP aktive eder (23,25,26). Aşırı kilo düşük seviye sistemik inflamatuar durumdur ve endotelial disfonksiyon yapmaktadır. Aşırı kilonun histolojik ve makroskopik disk dejenerasyonuna yol açtığı çalışmalarda vurgulanmaktadır (23,27).

Bozulmuş vasküler akışın zaten avasküler olan ve diffüzyon ile beslenen İVD'de dejenerasyonu başlatan faktör olduğunu düşünülmektedir. Bu yüzden koruyucu spinal rehabilitasyonda vasküler hastalıkları önlemek potansiyel hedef olmalıdır (28-30) . Literatürde vasküler hastalıklar ve DDH ilişkisini inceleyen araştırmalara bakıldığında, 435 kişi ile yapılan bir abdominal aortik kalsifikasyonun disk yüksekliği kaybı ile ilişkili bulunmuş, hipertansiyon, hiperkolesterolemi, diabet ve sigaranın herhangi bir ilişkisi bulunmamıştır (28). Bir veya daha fazla stenotik arteri olan

kişiler 8.5 kat daha fazla bel ağrısına sahip olduğu yapılan çalışmada vurgulanmaktadır.

Vücut kütle indeksi 29 kg/cm²'den fazla olan kişiler, düşük vücut kütle indeksine sahip olan bireylere göre disk hernisi olma ve disk yüksekliğinde azalma 2 kat daha fazla olduğu bulunmuştur (31). Herhangi bir sistemik hastalığı olmayan, lumbal bölgeye özel herhangi bir cerrahi geçirmemiş 200 kişinin vücut kütle indeksi ile disk dejenerasyonu arasındaki ilişkinin incelendiği bir çalışmanın sonucunda göre lumbal bölgenin alt segmentlerinde bütün yaşlarda dejenerasyon riski aynı olduğu, yüksek vücut kütle indeksi olan bireylerde ise normal sınırlarda vücut kütle indeksi olan bireylere göre L1-L2, L2-L3, L3-L4 seviyelerinde daha fazla dejenerasyon görüldüğü bulunmuştur (9).

4. FİZİKSEL İNAKTİVİTE VE METABOLİK SENDROM İLİŞKİSİ

Sedanter hayat, düzenli fiziksel aktivite yokluğu olarak tarif edilir ve dünya çapında önlenebilir ölümlerin en önemli sebebidir.

Fiziksel aktivite yokluğunda, kas kitlesinde kayıplar oluşur ve visseral adipoz doku birikmeye başlar. Abdominal adipozite visseral adipoz dokuya makrofaj infiltrasyonunu uyarır ve inflamatuar yollar aktive olur. İnflamasyon süreci, insülin direnç, ateroskleroz, nörodejenerasyon, bozulmuş kemik formasyonu geliştirir. Bunların sonucunda kardiyovasküler hastalıklar, tip 2 Diabetes Mellitus, kanser ve osteoporoz gibi hastalıklar ortaya çıkmaktadır (32). Fiziksel aktivite boyunca kastan hipertrofi ve büyümeyi uyaran miyokinler salgılanır, lipid oksidasyonu artar, insüline hassasiyet gelişir, anti-inflamatuar sitokinler uyarılır. İskelet kası bu özellikleri sayesinde günümüzde artık endokrin organ olarak anılmaya başlamıştır.

Yarım yüzyıldır araştırıcılar kas kasılması ile periferal organlar arasında egzersiz faktörü olarak adlandırdıkları maddeler ile karaciğer ve adipoz doku gibi bazı yapılarda metabolik değişiklerin meydana geldiğini vurgulamaktadırlar. bu iletişimde kastan salınan maddeler arasında interlökin 6 (IL-6), interlökin 8(IL-8), interlökin 15 (IL-15), brain derived nötrofik faktör (BDNF), fibroblast büyüme faktörü 21 (FGF21), Folistatin-like- 1 yer almaktadır. Bu myokinlerden en önemlisi olan IL-6'nın plazma konsantrasyonu egzersiz ile birlikte artmaktadır. IL-6 artışıyla birlikte interlökin 1 reseptör antagonisti (IL-1ra) ve anti inflamatuar sitokin olan interlökin 10 (IL-10)'nın arttığıda gözlemlenmiştir. Yoğun egzersiz sonrasında ise IL-8,makrofaj inflamatuar protein alfa (MIP-1α) ve MIP-1β artmaktadır. Basal metabolizma IL-6 konsantrasyonu egzersiz sonrası 100 kata çıkmakta olduğundan dolayı ilk zamanlarda kas hasarı ile ilişkilendirilmiştir. Fakat kas hasarı IL-6 seviyesinin artmasını gerektirmez dahası eksentrik egzersizde bile gecikmiş bir IL-6 artışı ve toparlanma sürecinde yavaş bir plazma konsantrasyon azalması görülmektedir. IL-6'nın tek kaynağı iskelet kası değildir. Beyin, adipoz ve konnektif dokuda IL-6 salgılamaktadır. Klasik proinflamatuar sitokin olan TNF-α ve IL-1β'nin plazma seviyesi egzersiz ile artmamaktadır bunun yerine anti inflamatuar sitokin ve sitokin inhibitörü olan IL-1ra, IL-10 ve TNF reseptörlerini artırır. IL-6'nın anti inflamatuar etkisi IL-1ra ve IL-10 üretimini stimüle etmesiyle olur. Kronik olarak IL-6 seviyesinin artması hiperinsülinemi, vücut ağırlığında azalma ve iskelet kasından glikoz alışında bozulmaya yol açar. Tip 2 diabetes mellitusu olan hastalarda ve yaşlılarda plazmada dolaşan IL-6 seviyesi sağlıklılara göre 2-3 kat daha fazladır. Egzersiz yaptıkça basal plazma IL-6 seviyesi azalmaktadır (33). IL-15'in ise kasta in vivo ve in vitro olarak anabolik etkisi vardır. IL-15 konsantrasyonu ile vücut yağ kütlesi arasında negatif bir ilişki vardır. IL-15 konsantrasyonunun artması ile gövde yağ kitlesi azalırken, ekstremite yağ kitlesi değişmemektedir, bu durum visseral yağ kitlesinde azalmanın olması ve subkuten yağ kitlesinde değişiklik olmaması ile açıklanır (33,34). Ratlarda yapılan bir çalışmada IL-15 konsantrasyonunun artması ile vücut yağında azalma ve kemik mineral içeriğinde artma görülmüştür (33,35). IL-8, anjiogenetik olarak görev yapan bir kimyasaldır. Yoğun egzersiz sonrası özellikle eksentrik kas kasılmasını içeren egzersizlerde plazma seviyesi artar. IL-8'in sistemik bir etkisi yoktur etkisi sadece lokal olarak egzersize bağlı anjiogenesisi uyarır. BDNF nöotrofik faktör ailesinde yer alan bir miyokindir. Nöronların büyüme, sağ kalım ve devamlılığını sağlamaktadır. Major depresyonda da BDNF seviyeleri düşüktür. BDNF'nin az olduğu kişilerde obezite ve tip 2 diabetes mellitus bulunuyor. Fiziksel egzersiz ve egzersiz sonrasında iskelet kasından BDNF salınımı arttığı gösterilmektedir (33).

5. SONUÇ

Metabolik sendromla dejeneratif disk hastalığının direkt olarak bağlantısını açıklayan bir çalışma olmamasına rağmen, metabolik sendrom komponentleri ile ortak bazı genlerin olması, komponentlerden bir veya bir kaçının birlikte bulunma-

sıyla DDH'ın görülmesinin artması gibi sebepler metabolik sendromun oluşmasını önlemenin aslında DDH için de koruyucu bir faktör olduğu sonucunu doğurmaktadır. Koruyucu fizyoterapi ve rehabilitasyon alanında en popüler konu olan fiziksel aktivitenin artırılması metabolik hastalıklar ile birlikte DDH'ı da önleyeceği düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

1. Lundon, K.,Bolton, K. (2001) Structure and function of the lumbar intervertebral disk in health, aging, and pathologic conditions. Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy, 31 (6), 291-306.
2. Boos, N., Weissbach, S., Rohrbach, H., Weiler, C., Spratt, K.F.,Nerlich, A.G. (2002) Classification of age-related changes in lumbar intervertebral discs: 2002 Volvo Award in basic science. Spine, 27 (23), 2631-2644.
3. Katz, J.N.,Harris, M.B. (2008) Lumbar spinal stenosis. New England Journal of Medicine, 358 (8), 818-825.
4. Luoma, K., Riihimäki, H., Luukkonen, R., Raininko, R., Viikari-Juntura, E.,Lamminen, A. (2000) Low back pain in relation to lumbar disc degeneration. Spine, 25 (4), 487-492.
5. Teraguchi, M., Yoshimura, N., Hashizume, H., Muraki, S., Yamada, H., Minamide, A. ve diğerleri. (2014) Prevalence and distribution of intervertebral disc degeneration over the entire spine in a population-based cohort: the Wakayama Spine Study. Osteoarthritis and Cartilage, 22 (1), 104-110.
6. Rajasekaran, S., Kanna, R.M., Senthil, N., Raveendran, M., Ranjani, V., Cheung, K.M. ve diğerleri. (2015) Genetic susceptibility of lumbar degenerative disc disease in young Indian adults. European Spine Journal, 24 (9), 1969-1975.
7. Zhang, Y.g., Sun, Z., Liu, J.,Guo, X. (2008) Advances in susceptibility genetics of intervertebral degenerative disc disease. Int J Biol Sci, 4 (5), 283-290.
8. Rajasekaran, S., Kanna, R.M., Senthil, N., Raveendran, M., Cheung, K.M., Chan, D. ve diğerleri. (2013) Phenotype variations affect genetic association studies of degenerative disc disease: conclusions of analysis of genetic association of 58 single nucleotide polymorphisms with highly specific phenotypes for disc degeneration in 332 subjects. The Spine Journal, 13 (10), 1309-1320.
9. Liuke, M., Solovieva, S., Lamminen, A., Luoma, K., Leino-Arjas, P., Luukkonen, R. ve diğerleri. (2005) Disc degeneration of the lumbar spine in relation to overweight. International journal of obesity, 29 (8), 903-908.
10. Grundy, S.M., Brewer, H.B., Cleeman, J.I., Smith, S.C.,Lenfant, C. (2004) Definition of metabolic syndrome report of the National Heart, Lung, and Blood Institute/American Heart Association Conference on scientific issues related to definition. Circulation, 109 (3), 433-438.
11. Reaven, G.M. (1988) Role of insulin resistance in human disease. Diabetes, 37 (12), 1595-1607.
12. Alberti, K.G.M.M.,Zimmet, P.f. (1998) Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus. Provisional report of a WHO consultation. Diabetic medicine, 15 (7), 539-553.
13. Teraguchi, M., Yoshimura, N., Hashizume, H., Muraki, S., Yamada, H., Oka, H. ve diğerleri. (2016) Metabolic Syndrome Components Are Associated with Intervertebral Disc Degeneration: The Wakayama Spine Study. PloS one, 11 (2), e0147565.
14. Balistreri, C.R., Caruso, C.,Candore, G. (2010) The role of adipose tissue and adipokines in obesity-related inflammatory diseases. Mediators of inflammation, 2010.
15. Zhao, C.-Q., Liu, D., Li, H., Jiang, L.-S.,Dai, L.-Y. (2008) Expression of leptin and its functional receptor on disc cells: contribution to cell proliferation. Spine, 33 (23), E858-E864.
16. Gruber, H.E., Ingram, J.A., Hoelscher, G.L.,Hanley, E.N. (2007) Leptin expression by annulus cells in the human intervertebral disc. The Spine Journal, 7 (4), 437-443.
17. Li, Z., Shen, J., Wu, W.K.K., Yu, X., Liang, J., Qiu, G. ve diğerleri. (2013) The role of leptin on the organization and expression of cytoskeleton elements in nucleus pulposus cells. Journal of Orthopaedic Research, 31 (6), 847-857.
18. Alexander, R.W. (1995) Hypertension and the pathogenesis of atherosclerosis oxidative stress and the mediation of arterial inflammatory response: a new perspective. Hypertension, 25 (2), 155-161.
19. Tsai, T.T., Ho, N.Y.J., Lin, Y.T., Lai, P.L., Fu, T.S., Niu, C.C. ve diğerleri. (2014) Advanced glycation end products in degenerative nucleus pulposus with diabetes. Journal of Orthopaedic Research, 32 (2), 238-244.
20. Takatalo, J., Karppinen, J., Taimela, S., Niinimäki, J., Laitinen, J., Sequeiros, R.B. ve diğerleri. (2013) Association of abdominal obesity with lumbar disc degeneration–a magnetic resonance imaging study. PloS one, 8 (2), e56244.
21. Stevens, J., Katz, E.G.,Huxley, R.R. (2010) Associations between gender, age and waist circumference. European journal of clinical nutrition, 64 (1), 6-15.
22. Kauppila, L. (2009) Atherosclerosis and disc degeneration/low-back pain–a systematic review. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery, 37 (6), 661-670.
23. Das, U. (2001) Is obesity an inflammatory condition? Nutrition, 17 (11), 953-966.
24. Girn, H., Orsi, N.,Homer-Vanniasinkam, S. (2007) An overview of cytokine interactions in atherosclerosis and implications for peripheral arterial disease. Vascular Medicine, 12 (4), 299-309.
25. Ford, E.S., Galuska, D.A., Gillespie, C., Will, J.C., Giles, W.H.,Dietz, W.H. (2001) C-reactive protein and body mass index in children: findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. The Journal of pediatrics, 138 (4), 486-492.
26. Wärnberg, J., Nova, E., Moreno, L.A., Romeo, J., Mesana, M.I., Ruiz, J.R. ve diğerleri. (2006) Inflammatory proteins are related to total and abdominal adiposity in a healthy adolescent population: the AVENA Study. The American journal of clinical nutrition, 84 (3), 505-512.
27. Ross, R. (1999) Atherosclerosis—an inflammatory disease. New England journal of medicine, 340 (2), 115-126.
28. Suri, P., Hunter, D.J., Rainville, J., Guermazi, A.,Katz, J.N. (2012) Quantitative assessment of abdominal aortic calcification and associations with lumbar intervertebral disc height loss: the Framingham Study. The Spine Journal, 12 (4), 315-323.
29. Hadjipavlou, A., Tzermiadianos, M., Bogduk, N.,Zindrick, M. (2008) The pathophysiology of disc degeneration. Bone & Joint Journal, 90 (10), 1261-1270.

30.Urban, J.P., Smith, S.,Fairbank, J.C. (2004) Nutrition of the intervertebral disc. Spine, 29 (23), 2700-2709.
31.Schumann, B., Bolm-Audorff, U., Bergmann, A., Ellegast, R., Elsner, G., Grifka, J. ve diğerleri. (2010) Lifestyle factors and lumbar disc disease: results of a German multi-center case-control study (EPILIFT). Arthritis research & therapy, 12 (5), 1.
32.Pedersen, B.K.,Febbraio, M.A. (2012) Muscles, exercise and obesity: skeletal muscle as a secretory organ. Nature Reviews Endocrinology, 8 (8), 457-465.
33.Pedersen, B.K. (2009) Edward F. Adolph distinguished lecture: muscle as an endocrine organ: IL-6 and other myokines. Journal of Applied Physiology, 107 (4), 1006-1014.
34.Norrby, K. (1996) Interleukin□8 and de novo mammalian angiogenesis. Cell proliferation, 29 (6), 315-323.
35.Quinn, L.S., Anderson, B.G., Strait-Bodey, L., Stroud, A.M.,Argilés, J.M. (2009) Oversecretion of interleukin-15 from skeletal muscle reduces adiposity. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism, 296 (1), E191-E202.

Çocukluktan Erişkinliğe Primer Siliyer Diskinezili Hastalarda Fizyoterapinin Yeri

Uzm Fzt Hazal SONBAHAR ULU
Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
e-mail:

ÖZET

Primer siliyer diskinezi (PSD) nadir görülen, otozomal resesif geçişli, kalıtsal bir hastalıktır. Çocukluktan erişkinliğe değişik formlarda görülebilir. Tipik olarak, solunum yollarında tekrarlayan akciğer enfeksiyonu ile karakterizedir. Aynı zamanda, konjenital, yapısal anormallikler ve solunum fonksiyonlarında bozukluk görülür. PSD'li hastaların yönetimi hakkında çok az bilgi vardır. Yapılan çalışmalar daha çok medikal tedavi üzerinedir. Fizyoterapi ve rehabilitasyon programı hakkında yeterli çalışma yoktur. Daha çok hava yolu temizleme teknikleri kullanılır. PSD'li hastalarda inspiratuar solunum eğitimi ve egzersiz eğitiminin faydaları hakkında yapılacak daha geniş kapsamlı çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: Primer siliyer diskinezi, egzersiz eğitimi, fonksiyonel kapasite

ABSTRACT

Primary ciliary dyskinesia (PCD) is a rare, autosomal recessive hereditary disease. It can be seen in various forms from childhood to adulthood. It is typically associated with recurrent lung infection of the respiratory tract. Congenital, structural abnormalities and pulmonary function diseases can be seen in this disease. There is a lack of study about management of patients with PCD. More studies are on medical treatment. There isn't enough study about physical therapy and rehabilitation. Mostly airway clearance techniques are used. There is need for further studies about benefits of inspiratory muscle traning and exercise traning in patients with PCD.

Keywords: Primary ciliary dyskinesia, exercise traning, functional capacity

1. GİRİŞ

Primer siliyer diskinezi (PSD), nadir görülen, diyagnozu zor olan, otozomal resesif geçişli kalıtsal bir hastalıktır (1,2). Konjenital yapısal anormallikler ve solunum fonksiyonlarındaki bozukluklarla karakterize fenotip ve genetik olarak heterojen bir hastalıktır (2). Tipik olarak, mukosiliyer temizlikteki bozulma üst ve alt solunum sisteminde tekrarlayan enfeksiyonlara neden olur (2). PSD'li hastalarda akciğerlerdeki mukosiliyer temizlikteki bozulmaya ek olarak dekstokardia, situs inversus, rinit, işitme kaybı ve infertilite gibi özellikler sık görülür (1).

PSD'li hastaların yönetimi için nazal mukusun temizliği, havayolu temizleme teknikleri, egzersiz, mukolitikler ve antibiyotikler kullanılır (1). Bu hastalarda solunum yollarının yönetimi oldukça önemlidir. Solunumun yönetimi; ilaç müdehaleleri, respiratuvar monitorizasyon ve havayolu temizleme teknikleri ve egzersiz kombinasyonlarından oluşmaktadır (3).

2. EPİDEMİYOLOJİ

PSD hastalarının prevelansının canlı doğumların 1/15000-1/30000 arasında görüldüğü belirtilmiştir (1,3). O'Callaghan ve arkadaşlarının yaptıkları bir çalışmada güney Asya populasyonunda 1/2265 oranında bir prevelans gösterdiği saptanmıştır. PSD otozomal resesif geçişli bir hastalık olduğu bilinmektedir ve bu durumun yüksek oranda yapılan akraba evliliklerinden kaynaklandığı düşünülmektedir (1,4).

Etnik kökenin de PSD insidansında rol oynadığı bilinmektedir. Beyaz ırkta daha fazla görülmektedir (1). Türkiye'de PSD insidansı ile ilgili yapılan çalışmaya rastlanmamıştır.

3.PATOFİZYOLOJİ

Hareketli siliyalar, epitel hücre yüzeylerinde sıvıların süpürme hareketinden sorumludur. Kompleks yapılardır ve yapı olarak sperm hücresine benzerler (5). İnsanda üst ve alt solunum yolunda, kulaklarda, beyin ependiminde, erkek-

lerde duktul efferentlerde ve kadınlarda yumurta kanalında bulunur. Fallop tüplerindeki siliyaların çalışmaması sonucu dış gebelik gelişebilir. Spermdeki ve vas deferens kanallarındaki siliyaların çalışmaması sonucu azospermiya gelişebilir ve infertiliteye neden olur (5).

Hayvanlar aleminde, hareketli siliya epitel hücre yüzeylerindeki sıvıyı süpürür. Çekirdek aksanom 9 periferal mikrotübüler çifti içerir. Siliya, hareketli veya primer tip olarak iki gruptur. Mikrotübül yapılarına göre siliyalar; hareketli motor (9+2), hareketli nodal (9+0) ve hareketsiz duyusal (9+0) olarak üç gruba ayrılır (5,6).

Hareketli siliya yapısında; santral bir çift mikrotübülün etrafında dokuz çift periferal mikrotübül bulunur ve bu siliyalar "9+2" yapısında yerleşen mikrotübüllerden oluşur. Bir tam 13 protoflamentten oluşan A mikrotübülü ve tam olmayan 11 protoflamentten oluşan B mikrotübülünden oluşan periferik mikrotübül çiftleri vardır. Bunlar birbirine neksin bağları ile bağlıdır. Santralde bulunan mikrotübül çiftine, radyal "spoke" adı verilen uzantılar ile bağlıdır.

Her bir A mikrotübülünün, siliya hareketinden sorumlu motor proteini içeren kolları vardır. Bu kollara dinein denir. Dineinler, Adenozin Trifosfataz enzimine dahil yüksek enerjili proteinlerdir. Siliyer yapı ve fonksiyonunda rol oynar (5). İç dinein kol ve dış dinein kol olmak üzere 2'ye ayrılır. Bu kollar, siliyer atım için kuvvet üretir ve mukosiliyer hareket sağlanır (5,6). Siliya yapısındaki dinein kollarında bozukluk , iç ve dış dinein kollarının bağlantılarının olmayışı, radyal "*spoke*"ta yapısal bozukluklar olduğunda, PSD hastalığı ortaya çıkmaktadır (7).

4. ETİYOLOJİ

DNAH5, protein üretiminden sorumludur. Genelde mutasyona uğrayan gen olan DNAH5, dış dinein kollarının yapısal proteinlerindendir. PSD'li hastalarının %15-30'unda bu genin mutasyonunun neden olduğu düşünülmektedir. Proteinleri kodlayan genlerde mutasyon, siliya fonksiyonları ve mukosiliyer temizlenmede bozulmaya neden olur (8).

5. EŞLİK EDEN DİĞER PROBLEMLER

5.1. Neonatal Dönem

Primer siliyer diskineziye dayalı olan sürekli devam eden burun akıntısı, respiratuar distres, neonatal pnömoni, ayna görüntüsü gözlenir. Genellikle pozitif olan aile öyküsüyle tanı konur (3)

5.2. Çocukluk Dönemi

Kronik prodüktif öksürük gözlenir. Kistik fibrozisten ayırmaya yarayan testler yapılmalıdır. Atipik astım, rinosinüzit, otitis media, idiyopatik bronşiektazi de gözlenebilir (3).

5.3.Yetişkin Dönem

Çocuklukta hastalığa aynı hastalıklar eşlik edebilir. Bunların yanında ektopik gebelik, erkeklerde infertilite ve kadınlarda subfertilite gözlenir (3).

6. KLİNİK ÖZELLİKLER

Daha çok alt lobu tutar. Tekrarlayan pnömoni, prodüktif öksürükle karakterizedir. Hırıltılı solunum, kronik rinosinüzit, seröz otitis media görülür. Bazen nadir de olsa serebrospinal sıvının hareketinden sorumlu siliyalardaki hareketsizlikten dolayı hidrosefali görülebilir Akciğer tomografisinde hiperinflasyon ve duvar kalınlaşması sıklıkla görülür. Bazen akciğer tomografilerinde atelektatik görüntüler ve konsolidasyon de gözlenebilir. (9).

7. TANI

PSD nadir görülen bir hastalıktır. Farklı fenotip özellikleri olması tanı koymayı zorlaştırır. Klinik hikaye ve gözlem tanıyı koymada kolaylık sağlar. Erken başlangıçlı üst ve alt havayolu semptomları, infertilite, nefes darlığı, sekresyon artışı ve pozitif aile hikayesi tanıya yön verir. Elektron mikroskobuyla nazal veya bronşiyal biyopsi örneklerinin incelenmesiyle kesin tanı konur (10,11).

7.1. Taniya Yardımcı Testler

7.1.1. Tanısal Testler

Nazal nitrik oksit testi, girişimsel olmayan tarama testidir. Normal veya yüksek nitrik oksit seviyesi, PSD'yi dışlamada değer taşır. Bazı PSD'li bireylerde nitrik oksit seviyesi normal değerlerde olabilir. Bu yüzden nitrik oksit değerleri, PSD tanısı için yeterli değildir (12).

Sakkarin testi, mukosiliyer fonksiyonun değerlendirilmesini sağlar. Yaygın kullanılan bir testtir. Burun deliğinin içine sakarin yerleştirilir ve ağza tad gelme süresinin hesaplanır (13).

Radyoaktif izleyici kullanılarak nazal ve pulmoner mukosiliyer temizlenme değerlendirilir. PSD'yi ekarte etmek için kullanılmaktadır (12).

7.1.2. Diyagnostik Testler

Siliya hücre örneğinin alınması ve siliya yapı ve fonksiyon analizi önem taşır. Siliya hücre örne-

ğinin alınması nazal fırçalama ve bronkoskopik örnek alımıyla gerçekleşmektedir. Bronkoskopik fırça kullanılarak, siliya epitelinden nazal fırçalama yapılır. İki-üç saniye surer. Eğer çocuğun yaşı küçükse nadiren anestezi veya sedasyon gerektirebilir. Bronkoskopik örnek ise solunum epiteli hücreleri bronkoskopik fırçalama kullanılarak bronşlardan da elde edilebilir (12). Siliyer atım paterni ve frekans analizi ise yüksek-hızlı video analizi ile değerlendirilir. Tanı konulmasında kolaylık sağlar (12,13).

8. PROGNOZ

Solunum yetmezliği ve kardiyak anomaliler mortaliteye neden olabilir. Akciğer fonksiyonlarında prognoz ilerleyici ve kötüdür. Yanlış tedavi uygulanırsa veya tedavi edilmezse akciğer transplantasyonuna kadar gidebilir (14,15).

9. TEDAVİ

PSD'li hastanın yönetimine dair az sayıda çalışma vardır. Avrupa solunum topluluğunun yayınladığı bildirgede PSD'li hastanın yönetiminde hava yolu temizleme tekniği, antibiyotiklerin enfeksiyon yönetiminde kullanıldığı ve sigara gibi bazı zararlı maddelerle etkileşiminden korunulması gerektiği belirtilmiştir (14).

9.1. Medikal Tedavi

Hava yolu enfeksiyonları antibiyotiklerle tedavi edilir. Antibiyotiklerin uygunluğu alınan balgam kültürüne gore belirlenir. Bronkodilatatörlerin etkisi net değildir. Bu konuda yapılacak daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır (14,15)

9.2. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Diğer kronik solunum hastalıklarında olduğu gibi PSD'de fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları, hasta eğitimi, egzersiz eğitimi ve hava yolu temizleme tekniklerini içerir. Egzersiz eğitimi hastaların bireysel ihtiyaçlarına bağlı olarak aerobik ve anaerobik egzersiz eğitimi, periferal ve solunum kaslarına yönelik kuvvetlendirme eğitimi, germe, esneklik ve postür egzersizlerinden oluşmaktadır.

9.3. Hava Yolu Temizleme Teknikleri

Hava yolu temizleme teknikleri, PSD'li hastaların yönetiminde oldukça önemli bir yere sahiptir. Ancak, hava yolu temizleme tekniklerinin, fizyoterapi ve rehabilitasyon programının önemli bir komponenti olmasında rağmen, hastalar tarafından sık uygulanmamaktadır. Postural drenaj yöntemi, zorlu ekspirasyon teknikleri, hava yolunu temizlemeye yardımcı ossilatuar cihazlar kullanılabilir (3,14).

9.4. İnspiratuar Kas Eğitimi ve Egzersiz Eğitimi

PSD'li hastalarda insipiratuar kas eğitiminin araştırıldığı bir çalışma vardır. PSD'li hastalarda yaptığımız bu çalışmada, bir gruba hava yolu temizleme teknikleri uygulanırken diğer gruba da havayolu temizleme tekniklerine ek olarak Power Breathe K5 cihazı ile 6 hafta, haftada 3 gün, hafif-orta şiddette inspiratuar kas eğitimi verildi. Solunum kas kuvveti ağız içi basınç ölçer cihazı ile ölçüldü. Fonksiyonel kapasite ise 6 dakika yürüme testi ile değerlendirildi. Solunum kas eğitimi verilen grupta tedavi sonrasında tedavi öncesine gore 6 dakika yürüme testi mesafesinde anlamlı fark saptandı ($p<0.05$) (16).

PSD'li hastalarda aerobik ve anaerobik güç oranının karşılaştırıldığı çalışmada 31 hasta ve 30 sağlıklı çocuk postür analizi solunum fonksiyon testi, periferal kas kuvveti ölçümü, kas güç sürat testi ve modifiye mekik yürüme testi sonuçlarına göre PSD'li bireylerin erken dönemde solunum fonksiyonları, postür, aerobik ve anaerobik kapasiteleri etkilenmiş olduğu gösterilmiştir. Çalışmanın sonucuna göre PSD'li bireylere yönelik ileri çalışmalarda egzersiz eğitiminin pulmoner fonksiyonlar postür ve egzersiz kapasitesine etkileri araştırılmalıdır (17).

Yapılan bir çalışmada derin nefes almanın, mukus temzilenmeyi artırdığı için egzersizin, beta 2-agonistlerinden daha iyi bir bronkodilatatör olduğu gösterilmiştir (18). Benzer hasta grubu olan bronşektazili çocuklarda yapılan bir çalışmada ise kısa dönem stabilite eğitiminin fonksiyonel kapasiteyi ve solunum kas kuvvetini arttırdığı gözlenmiştir (19).

9.5. Cerrahi

PSD teşhis edildiği andan itibaren yeterli tedavi edilmediğinde, bronşektaziye yol açabilir. Bronşektazi ileri düzeyde ise, alevlenme, semptom ve hemoptizi varlığında lobektomi ihtiyacı doğabilir (Noone, 2004). Son evre PSD hastalarında, transplantasyon yapılabilir. Yapılma sıklığı son derece düşüktür ve PSD'li hastalarda transplantasyon sonuçları hakkında yeterli bilgi yoktur (11).

10.SONUÇ

PSD nadir görülen bir hastalıktır. Hava yolu temizliğinin sağlanması açısından pulmoner reha-

bilitasyon oldukça fazla önem taşımaktadır. Hava yolu temizleme teknikleri ve egzersiz eğitimi bilinen fizyoterapi ve rehabilitasyon modalitelerindendir. Hava yolu temizliğinin bozulmasının yanı sıra solunum kas kuvveti zayıflığı olabileceği göz ardı edilmektedir. Hava yolu direnci ve solunum iş yükü fazladır. Solunum kas kuvveti zayıflığı inspiratuar kas kuvvetini ve fonksiyonel kapasiteyi etkilemektedir. Inspiratuar kas kuvveti eğitiminin fizyoterapi ve rehabilitasyon programının içinde yer almalıdır. Çocukluktan erişkinliğe, PSD'li hastalarda fizyoterapi ve rehabilitasyon programının dikkatli hazırlanması gerekmektedir.

11. TEŞEKKÜR

Bu konudaki deneyimlerini benimle paylaşan ve desteklerini esirgemeyen değerli hocalarıma başta danışman hocam Prof. Dr. Deniz İNAL İNCE olmak üzere, Prof. Dr. Hülya ARIKAN'a, Doç. Dr. Naciye VARDAR YAĞLI'ya, Doç. Dr. Melda SAĞLAM'a, Dr. Fzt. Ebru ÇALIK KÜTÜKCÜ'ye, çalışmanın yürütülmesinde ilgi ve yardımlarını esirgemeyen değerli araştırma görevlisi arkadaşlarım Uzm. Fzt. Cemile BOZDEMİR ÖZEL'e ve Uzm. Fzt. Aslıhan ÇAKMAK'a, Dr. Fzt. Sibel Atay Yılmaz anısında düzenlenen 4. Fizyoterapide Genç Arşatırmacılar ve Yeni Fikirler Sempozyumu düzenleme kuruluna ve fizyoterapi seminerleri e- kitabı editörlerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

12. KAYNAKLAR

1. Schofield, L.M., Horobin, H.E. (2014). Growing up with primary ciliary dyskinesia in Bradford, UK: exploring patients experiences as a physiotherapist. *Physiotherapy theory and practice*, 30(3), 157-164.
2. Pifferi, M., Bush, A., Di Cicco, M., Pradal, U., Ragazzo, V., Macchia, P., Boner, A.L. (2010). Health-related quality of life and unmet needs in patients with primary ciliary dyskinesia. *European respiratory journal*, 35, 787-794.
3. Bush, A., Chodhari, R., Collins, R., Copeland, F., Hall, P., Harcourt, J. ve diğerleri. (2007). Primary ciliary dyskinesia: current state of the art. *Archieves of disease in childhood*, 97, 1136-1140.
4. O'Callaghan, C., Chetcuti, P., Moya, E. (2010). High prevalence of primary ciliary dyskinesia in a British Asian population. *Archives of disease in childhood* , 95, 51–52.
5. Meeks, M., Bush, A. (2000). Primary ciliary dyskinesia (PCD). *Pediatric pulmonology*, 29, 307-316.
6. Escudier, E., Duquesnoy, P., Papon, J.F., Amselem, S. (2009). Ciliary defects and genetics of primary ciliary dyskinesia. *Paediatric respiratory reviews*, 10 (2), 51-54.
7. Schidlow, D.V., Panitch, H., Katz, S.M. (1999). The immotile cilia syndrome. Hilman, B.C. (Ed.). *Pediatric respiratory disease: diagnosis and treatment*, 550-563.
8. Zariwala, M.A., Omran, H., Ferkol, T.W. (2011). The emerging genetics of primary ciliary dyskinesia. *Proceedings of the American Thoracic Society*, 8(5), 430-433.
9. Fredzayas, A., Moustaki, M. (2016). Clinical spectrum of primary ciliary dyskinesia in childhood. *World journal of clinical pediatrics*, 5(1), 57-62.
10. Çiftçi, F., Atilla, P., Müftuüoglu, S., Karnak, D. (2013). *Primary ciliary dyskinesia*. *Respiratory care*, 58 (8), 99-103.
11. Lobo, L.J., Zariwala, M.A., Noone, P.G. (2014). Primary ciliary dyskinesia. *Monthly journal of the association of physicians*, 107 (9), 691-699.
12. Popatia, R., Haver, K., Casey, A. (2014). Primary ciliary dyskinesia: An update on new diagnostic modalities and review of the literature. *Pediatric allergy, immunology, and pulmonology*, 27 (2), 51-59.
13. Canciani, M., Barlocco, E.G., Mastella, G., de Santi, M.M., Gardi, C., Lungarella, G. (1988). The saccharin method for testing mucociliary function in patients suspected of having primary ciliary dyskinesia. *Pediatric pulmonology*, 5 (4), 210-214.
14. Werner, C., Onnebrink, J.G., Omran, H. (2015). Management and diagnosis of primary ciliary dyskinesia. *Cilia*, 4(1):2. doi: 10.1186/s13630-014-0011-8.
15. Barbato, A., Frischer, T., Kuehni, C.E., Snijders, D., Azevedo, I., Baktai, G. ve diğerleri. (2009). Primary ciliary dyskinesia: a consensus statement on diagnostic and treatment approaches in children. *European respiratory journal*, 34 (6), 1264-1276.
16. Sonbahar-Ulu, H., Inal-Ince, D., Bozdemir-Özel, C., Çakmak, A., Vardar-Yağlı, N., Sağlam, M., Calık-Kütükcü, E., Özkal, Ö., Arıkan, H., Emiralioğlu, N., Özçelik, H.U. (2016). Comparison of inspiratory muscle training and home-based rehabilitation approach in patients with primary ciliary dyskinesia. European Respiratory Journal, 48 (Suppl 60), PA530.
17. Şimşek. S. (2016). Primer siliyer diskinezili ve sağlıklı çocuklarda anaerobik-aerobik güç oranının karşılatırılması. Yüksek lisans tezi, Ankara.
18. Phillips, G.E., Thomas, S., Heather, S., Bush, A. (1998). Airway response of children with primary ciliary dyskinesia to exercise and beta2-agonist challenge. *European respiratory journal*, 11 (6), 1389-1391.
19. Vardar-Yağlı, N., Sağlam, M., Çalık-Kütükcü, E., İnal-İnce, D., Arıkan, H., Kiper, N. (2014). Effects of core stabilization training on balance, functional capacity, and respiratory muscle strength in children with bronchiectasis. *European respiratory journal*, 44 (Suppl 58), P4279.

Duyu Eğitiminin Dengeye Etkisi

Doç Dr Filiz ALTUĞ
Pamukkale Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon YO.
E-mail: fkural@pau.edu.tr

ÖZET

Denge; kişinin destek yüzeyi içerisinde veya üzerinde vücut ağırlık merkezini koruyabilme veya sürdürebilmesi yeteneğidir. Dik postürün sağlanması ve günlük yaşam aktivitelerinin devam ettirilebilmesinde denge fonksiyonları önemlidir. Dengenin devam ettirilmesi için; duysal, motor ve kognitif sistemlerin fonksiyonel olması ve birbiriyle uyum içerisinde çalışması gereklidir. Sağlıklı kişilerde dengenin sağlaması için; %70 proprioseptif sistem, %20 vestibüler sistem ve %10 görsel sistemden bilgi toplanmaktadır. Bu sistemlerden herhangi birinde ortaya çıkan fonksiyon bozukluğu da dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Bu bölümde dengenin sağlanması için gerekli olan duysal sistemler ve fonksiyonlarıyla beraber dengeyi geliştirmek için duyu eğitiminde neler yapılması gerektiği derlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Denge, proprioseptif sistem, vestibüler sistem, görsel sistem

ABSTRACT

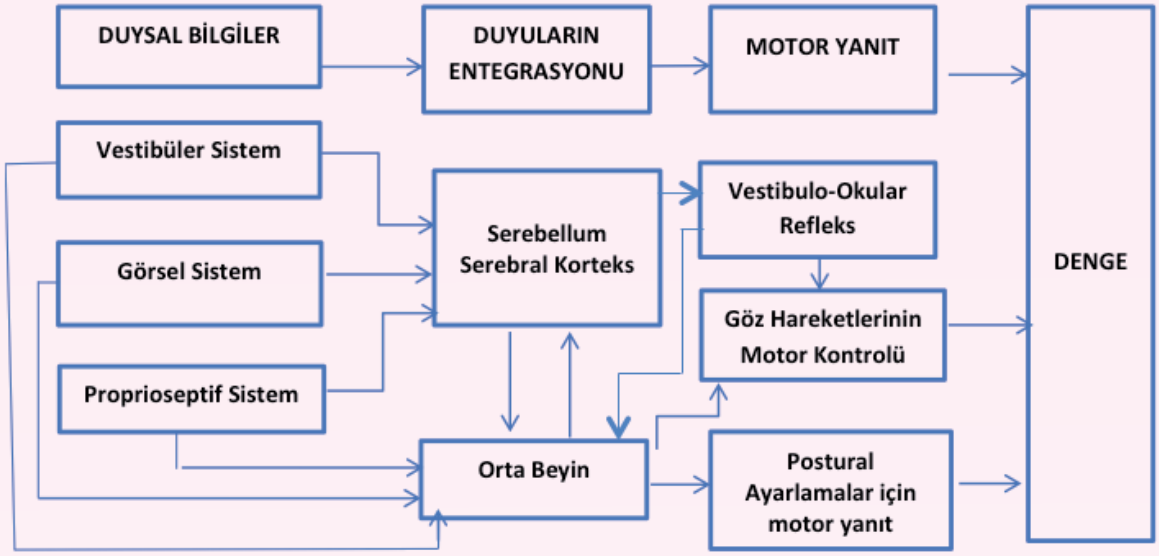
Balance is the ability to locate and maintain one's center of gravity within or over one's base of support. Balance function is important to ensuring the erect posture and maintaining activities of daily living. To maintaining of balance; sensory, motor and cognitive systems to be functional and must be work in integration with each other. Maintaining the balance; somatosensory afferents account for 70 percent of the information required for postural control, while vestibular afferents account for 20 percent and visual input for 10 percent in healthy person. In any of these systems are resulting dysfunctions, causes loss of balance function. In this section; functions of sensory components of the balance and sensory training compiled.

Key Words: Balance, somatosensory systems, vestibular systems, visual systems

1. GİRİŞ

Denge; kişinin destek yüzeyi içerisinde veya üzerinde vücut ağırlık merkezini koruyabilme veya sürdürebilmesi yeteneğidir, başka bir deyişle vücudun statik ya da dinamik pozisyonlarda en az kas aktivitesi ile kontrol edilebilme yeteneğidir (1,2). İnsan vücudunun günlük yaşamdaki tüm aktiviteleri değişik oranlarda denge ve koordinasyon gerektirir. Sağlıklı kişilerde dengenin sürdürülmesi ve dik postürün devamı için bilinçli bir çabaya ihtiyaç yoktur, denge fonksiyonları otomatik olarak gerçekleşmektedir (3,4). Postürü bozan herhangi bir yaralanma olduğunda, vücudu bu durumdan haberdar ederek, bir seri denge mekanizmasının açığa çıkmasını sağlayan fizyolojik bir mekanizma mevcuttur. Postüral düzenleme mekanizması denilen bu mekanizmada; görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemlerden gelen afferent bilgilerin koordineli olarak çalışması, bu sistemlerden gelen bilgiler ve serebellumdan gelen bilgilerin kortikal seviyede birleşerek organize edilmesi sonucunda uygun motor yanıtların ortaya çıkarılması ile postüral kontrol sağlanmaktadır (3,4,5,6). Çeşitli ve değişen çevrelerde statik ve dinamik güçlerin etkisinde dengenin devam ettirilmesi için duysal ve motor sistemlerin birlikte ve koordineli olarak çalışması gerekmektedir (6). Dengenin sağlanmasında fonksiyonel olan nöromüsküler kontrol yolları Şekil 1.'de şematik olarak gösterilmiştir (4).

Bu sistemlerden herhangi birinde ortaya çıkan fonksiyon bozukluğu da dengenin bozulmasına neden olmaktadır (2). Sağlıklı kişilerde dengenin sağlaması için; %70 proprioseptif sistem, %20 vestibüler sistem ve %10 ise görsel sistemden afferent bilgiler toplanmaktadır (7). Denge ve denge bozukluklarının nedenleri birçok faktöre bağlı olarak değişmektedir. Bunlardan; azalmış kas gücü, azalmış normal eklem hareket sınırı, anormal kas tonusu, anormal motor koordinasyon, yetersiz duyusal organizasyon, bilinç durumu ve yetersiz duyu ve motor koordinasyon bozuk-



Şekil 1. Dengenin sağlanmasında fonksiyonel olan nöromüsküler kontrol yolları

lukları farklı düzeylerde denge bozukluklarına neden olmaktadır (8,9,10). Çevre koşullarında yapılan değişikliklerle duyu bilgileri değiştirilebilir ve çeşitlendirilebilir. Duyu bilgisiyle ilgili olarak çok farklı duyu afferentleri kullanılmasına rağmen santral sinir sistemi gelen duyu bilgilerinin sadece bir veya bir kaçına öncelik tanıyarak, bir başka deyişle hangi duyuların kullanılacağının seçimini yaparak dengeyi sağlamaktadır. Sağlıklı kişiler ayakta dururken daha çok ayak tabanından gelen basınç duyusunu ve somatosensoriyel duyuyu kullanmaktadırlar (2). Hareketli bir yüzeyde ayakta dururken ise proprioseptif duyular yetersiz olursa; görsel ve vestibüler sistem duyuları daha aktif olarak kullanılmaktadır (11).

Dengenin sağlanmasında kullanılan duysal sistemi;
1. Periferik duysal mekanizma
2. Santral duysal mekanizma olmak üzere iki ana başlık altında incelenebilir

2. PERİFERİK DUYSAL MEKANİZMA

Görsel, vestibüler ve proprioseptif afferentler olmak üzere üç ana duyu sistemi periferik duysal mekanizmayı oluşturmaktadır (3).

2.1. Görsel Sistem:

Visuel sistem; görme duyusu ve çevreden gelen bilgileri serebrumdaki görme merkezine ulaştırırken, alınan bilgiler doğrultusunda dengeyi sağlamaktadır. Vücut pozisyonunun görerek düzeltilmesi ve dengenin dış çevredeki uyaranlardan etkilenmesi bunun denetimindedir (12). Kişinin gözleri kapalı veya karanlıkta ayakta durduğunda postüral salınımının arttığı bilinen bir gerçektir (13). Görme çevredeki ışığı, cisim ve engelleri ayırt etmemizi sağlar. Görmenin postüral kontrol üzerindeki etkisi, retina üzerinde bir görüntünün relatif değişiminin sağlanması ve bu durumun postüral ayarlamalar için kassal aktivasyonu içeren vücudun telafi edici motor reaksiyonları başlatması ile gerçekleşmektedir (14).

Görme duyusu periferik ve santral görme olarak incelenebilir.
1-Periferik görme; baş hareketleri ve postüral salınımı içeren çevre ile ilişkili olarak çevrenin hareketleri hakkında bilgi sağlar.
2-Santral görme; vücudumuzun çevreye uyumunu sağlayarak uzayda nerede olduğumuzu anlamamıza yardımcı olur.

Vestibular sisteme en güçlü duyu desteğini görme verir. Vestibular ve visuel sistemin birlikte çalışması ile; baş hareketli veya sabitken yada hareketli veya sabit cisimlerin incelenmesini sağlayan göz hareketlerini oluşturur. Görüş kontrolünü sağlayarak bakış stabilizasyonunu sağlar (15). Vestibüler sistem tamamen devre dışı kalsa bile, kişi görme duyusundan yararlanarak sabit duruşta, hatta yavaş hareketlerde denge kurabilir. Görme ile çevrenin göreceli hareketi algılanır ve dengenin sürdürülmesine yardım ederek çevreye uyumu sağlar. Retina üzerine düşen görüntüdeki en küçük kayma bile, anında denge merkezlerine iletilerek yeni görüntüye uygun yeni postüral ayarlamalar yapılmaktadır (16).

Denge ile ilişkili okülomotor fonksiyonlar; sakkadik göz hareketleri, düz takip ve vestibülo-oküler refleks bozukluğu ve nistagmus gibi problemler çevreye uyumu engelleyerek denge bozukluğuna neden olur (3).

Vestibüler organların tam hasarından ve hatta vücuttan gelen proprioseptif bilginin birçoğunun kaybından sonra bile kişi vizüel mekanizmalarını kullanarak dengeyi koruyabilir. Vücudun doğrusal ya da açısal hareketi retinadaki görüntülerin yerini hemen değiştirir ve bu bilgi denge merkezine iletilerek denge sağlanır.

Yaşın artması ile vizüel keskinliğin azalması postüral kontrolün bozulmasında oldukça önemlidir (17). Görme duyusu kişinin bulunduğu çevreye göre postüral ayarlamaların en erken aşamasında postüral adaptasyonlara katkıda bulunmaktadır. Buda görme duyusunun hızlı cevabından dolayı açığa çıkmaktadır (18).

2.2. Vestibüler Sistem:

Kulaktaki labirent kanallar ve bunların mekanoreseptörleri, 8. kranial sinir, beyin sapındaki vestibüler çekirdekler, serebellum ve serebral korteksten oluşan bu sistem; iç kulakta temporal kemiğin petroz parçasının içinde hem ses duyusu hem de baş ve gövdenin durumunda meydana gelen değişiklikleri bildiren, spesifik duyu hücrelerinden oluşmaktadır (6,12).

Vestibüler sistem vücudun ya da çevrenin hareketi sırasında sabit görsel algılamayı sağlayarak düzenli pozisyon değişimine imkan verir. Pozisyonundaki her değişimin algılanmasını ve dengenin düzenlenmesi için veri oluşturulmasını sağlar (16,17). Semisirküler kanallar, utrikulus ve sakkulus aracılığı ile uzaysal pozisyon, başın hareketi, doğrusal ve açısal akselerasyon hakkında bilgi sağlar. Santral bağlantıları kas tonusunu, özellikle de antigravite kasların tonusunu etkileyerek dengenin ve dik postürün sağlanmasında ayrıca da koordinasyon sağlanmasında önemli rol oynar, serebral kortekste olan vestibüler projeksiyonlar rotasyonun algılanması ve vertikal oryantasyonu sağlar. Vestibüler refleksler (vestibulo-okuler, otolith, vestibulospinal) baş hareketi sırasında gözler ve gövdeyi sabitleyerek denge ve koordinasyona katkıda bulunur (6,19). Vestibüler sistem; pozisyonundaki her değişimin algılanmasını ve dengenin düzenlenmesi için veri oluşturulmasını sağlar (16,17).

Görsel ve vestibüler sistem arasındaki iletişim serebellum yoluyla olur. Serebellum ayrıca motor aktiviteyi zamanlamaya yardım eder, aktiviteyi monitörize eder, özellikli kaslarda aktivasyon seviyesini artırıp azaltma yoluyla agonist ve antagonist kasların doğru şekilde kasılıp gevşemesine yardımcı olur (13,20).

- Grup I (Deri, eklem ve basınca ait bilgiler): hızı düşük olan aktivitelerde denge hareketlerinin koordinasyonunda görev alırlar.
- Grup II (Kas afferentleri): hızlı gelişen denge reaksiyonlarında, önceden patern halinde planlanmış olan refleks hareketleri başlatma görevleri vardır.

2.3. Proprioseptif Sistem:

Proprioseptif duyu, motor kontrolün en önemli parçalarından biridir. İki grup altında incelenmektedir (21).

Kas iğciği, eklem ve deriye ait reseptörlerden alınan veriler, destek yüzeyinin niteliği hakkında ve ekstremitelerin pozisyonlarının birbirleriyle olan ilişkisi hakkında bilgi vererek motor kontrolün sağlanmasında sinir sistemine bilgi sağlarlar (16).

Kinestetik reseptörlerden kalkan sinyaller, dengenin oluşumu ve devamında çok önemli bir faktör olan proprioseptiona; büyük ölçüde katkıda bulunurlar. Kinestetik reseptörler; başlıca eklem kapsülleri ve ligamentlerde bulunan yaygın duyusal sinir uçlarıdır. Kasın uzunluğu, esnekliği, gerginliği, ağrı, sıcaklık, basınç ve eklem pozisyonu hakkındaki bilgiler somatosensoriyel reseptörler tarafından sağlanır. Ayaklar, ayak bilekleri, dizler, kalçalar, sırt ve boyundaki reseptörler özellikle dengenin sağlanması için gerekli bilgiyi sağlar. Dengenin korunması için en fazla sinyal boyun eklem reseptörlerinden gelir (22,23).

Propriosepsiyon, dengenin önemli bir elementidir. Propriosepsiyon duyusunun yetersiz veya bozuk olması, dengenin devamını ve koordineli hareket yeteneğini etkilemektedir (16,21).

Karmaşık olmayan durumlarda görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemlerden gelen duyusal bilgilerin sadece birisi ile denge sağlanabilir. Vestibuler disfonksiyon, görme bozukluğu veya azalmış propriosepsiyon dengeyi bozabilen en önemli nedenler arasında sayılmaktadır (23). İnmeli hastalarda ayak bileklerindeki propriosepsiyon duyusundaki azalma ile denge bozukluğu arasında pozitif bir korelasyon olduğu belirtilmiştir (24).

3. SANTRAL DUYSAL MEKANİZMA

Dengenin sağlanması için; vücudun her iki tarafından gelen duysal bilgilerin Santral sinir sistemine (SSS) iletilmesi gerekmektedir. Vücudun

sağ ve solundan gelen duysal bilgiler SSS'nde birleştirilemezse dönerken veya asimetrik hareketler sırasında denge bozukluğu ortaya çıkar (25).

Denge merkezi,

- Organizmanın bulunduğu ortam hakkında gözden,
- Başın durumu hakkında vestibüler sistemden,
- Ekstremiteler, eklemler, kaslar ve iç organlar hakkında da proprioseptif sistemden bilgiler alır.

Bu bilgiler denge merkezinde değerlendirilir. Denge merkezi bu sayede organizmanın içinde bulunduğu ortamı görür ve gerekli olan motor yanıtları oluşturur. Duyu sistemlerinden merkeze gelen uyarılar sonucu elde edilen cevaplarda;

- Longitudinal lifler yoluyla göz kaslarına,
- Vestibülo-spinal traktus ile bütün gövde kaslarına aktarılır.
- Bu sayede kasların tonusları düzenlenerek, dengenin sağlanması için gereken motor hareketler yaptırılarak denge sağlanmaktadır (3, 25, 26).

Dengenin sağlanması için birincil uyarı vestibüler sinirden vestibüler çekirdek ve serebelluma uzanır. Sinyaller ayrıca beyin sapının okülomotor ve retiküler çekirdeğine, oradan da talamus ve kortekse vestibulotalamokortikal projeksiyonlarla, spinal korda vestibulospinal ve retikülospinal yollar vasıtasıyla iletilir (13).

Santral duysal mekanizma; periferik duysal sistemlerde ve sistemler arası uyuşmazlık olduğunda daha aktif olarak çalışmaktadır. Herhangi bir uyuşmazlık durumunda santral duysal mekanizma; değişen duysal çevrede düzgün motor yanıtları oluşturmak için hangi duyuların kullanılacağının seçimini yaparak dengeye katkıda bulunur (11,15). Ancak birden fazla duysal mekanizmada bozukluk olursa santral mekanizma bu duruma adapte olmakta zorluk çeker ve o zaman azalmış ve yetersiz postüral yanıtlar ortaya çıkar ve denge bozulur. Hemiparetik hastalarda değişmiş somato-sensoriyal duyu ve azalmış görsel bilgiler sonucunda dengenin bozulduğu laboratuvar koşullarında kanıtlanmıştır (26). Duyu sistemleri arasında ortaya çıkan anormal integrasyon anormal postüral yanıtların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (8).

4. DUYU EĞİTİMİ

Denge bozukluğu tedavisinde en önemli faktör, nedenin ortadan kaldırılmasıdır. Her hastanın semptomları ve ihtiyaçları farklı olduğu için programın bireysel olarak planlanması önemlidir. Duyu sistemlerinden gelen yetersiz veya yanlış bilgiye bağlı olarak ya da bu bilgilerin santral sinir sistemindeki yorumlanmasındaki eksiklikler sonucu denge bozukluğu ortaya çıkabilir (5). Duyu eğitiminde temel amaç ise; görsel, vestibüler ve proprioseptif sistemlerden gelen afferent bilgilerin doğru bir şekilde SSS iletilmesini sağlamak ve burada doğru bir algılamanın sağlanmasıdır. Yaşlanma ile beraber duysal entegrasyonda reaksiyon zamanının uzadığı, gözleri kapalı iken ve proprioseptif duyu yetersizliğinde bu reaksiyon zamanının daha da uzadığı ve aynı zamanda postüral salınımların arttığı ifade edilmiştir.

1-Dengenin sağlanması için başlangıçta çoklu duyu uyarısı bir çatışmaya neden olabileceğinden dolayı; denge eğitiminde duyu sistemlerinin öncelikle izole olarak eğitilmesinin önemi vurgulanmıştır (27).

Duyu eğitimi ile çok boyutlu ve çok faktörlü olarak uygulanan denge eğitimlerinin etkinliği daha da arttırılabilir (28).

Görsel Sistem; görsel sistemin denge fonksiyonlarını geliştirmede bakış stabilizasyonu eğitimi önemlidir. Bunun için; hasta yumuşak bir zeminde yada hareket eden bir yüzeyde ayakta dururken sabit bir noktaya bakması istenerek yada hareket eden bir objeyi gözleri ile takip etmesi sağlanarak denge fonksiyonları devam ettirebilir (3). Vestibüler ve görsel sistem birlikte çalışarak, hareketli cisimlerin takip edilmesi sağlanmaktadır (15).

Vestibüler Sistem; vestibüler rehabilitasyonun amacı; hastanın eğitimi, dengeyi düzeltme, hareketle oluşan semptomları iyileştirme, genel şartları düzeltme ve yetersizliği azaltmaya yönelik olmalıdır (29). Vestibüler rehabilitasyon programı farklı yüzeylerde denge aktivitelerini ve beraberinde göz hareket egzersizlerini içermektedir. Göz egzersizleri; kişinin hareketi tekrar programlaması için beynin öğrenmesine yardım etmektedir.

Unilateral vestibüler fonksiyon yetersizliği olan hastada üç ana problem ortaya çıkmaktadır:
A-Vestibülo-oküler refleks bozukluğu ve baş hareketleri sırasında göz hareketlerinin azalması
B-Dinlenme sırasında veya baş hareketleriyle beraber baş dönmesi, sersemlik
C-Denge ve yürümede bozukluk

A- Bakış stabilizasyonu eğitimi baş ve göz hareketlerinin farklı şekillerde koordinasyonuyla gerçekleşmektedir ve adaptasyon egzersizleri olarak tanımlanmıştır (30). Örn; sabit bir noktaya bakarken başın sağdan- sola yada yukarıdan- aşa-

ğı doğru hareket ettirilmesi yada baş hareketiyle beraber göz ile hareketli cismi takip etme gibi. Hareketin hızı ve durasyonu hastanın toleransına göre kolaydan zora doğru ilerlemelidir (4).

B- Baş hareketleri sırasında hareket sensibilitesi azalmış olan hastalarda Cawthorne Cooksey egzersizleri önerilmektedir. Baş, göz ve vücut hareketleri ve bunların kombinasyonları şeklindeki egzersizler, günde 3-4 defa yapılmalıdır (4,29,30).

C- Denge ve yürüme eğitiminde; eğitimde ana hedef görsel ve somatosensoriyal ipuçlarına olan güvenin artırılması ve bununla ilişkili olarak da vestibüler cevapların iyileştirilmesidir. Eğitimde hastanın destek yüzeyi progresif olarak azaltılmalıdır ve farklı zeminler kullanılmalıdır, vücut ağırlık merkezinin yere yakın olduğu seviyeden başlayıp en üst düzeye kadar ilerletilmelidir (4,30). Örn; gözler açık-kapalı, başın sağdan- sola hareket ettirilmesive aynı zamanda stabil olmayan bir yüzeyde ayakta durmaya çalışma gibi.

Postüral stabiliteyi artırmak için; ayak bileği, kalça ve adım alma stratejileri kullanılmalıdır. Ayak bileği stratejisi, dar bir alanda öne-arkaya, sağa- sola sallanma hareketleri yapılarak geliştirilebilir. Kalça stratejisini ön plana çıkarmak için adım atmadan gövdeyi hızla öne ve arkaya hareket ettirme egzersizi yapılabilir. Adım alma stratejisi ise görsel bir hedef üzerinde yürüyerek geliştirilebilir (31,32).

Proprioseptif Sistem; statik ve dinamik proprioseptif duyu olarak ayrılabilir. Statik proprioseption; pozisyonun algılanmasıdır. Dinamik proprioseption ise hareketin algılanmasıdır. Eğitim için; tek ayak üzerinde durma, denge tahtasında farklı zeminlerde durma, tandem egzersizleri, yavaş hızdan yüksek hıza doğru koşma sıçrama atlama vb., gövdenin laterale –öne –yana eğilmesi ve tekrar geri gelmesi gibi egzersizler verilebilir (33).

Periferik nöropatili olgularda görsel destekli denge eğitiminin, koruyucu duyu, bacak sırt kas kuvveti, postüral stabilite ve yürüme özelliklerinde iyileşmeler sağlanmıştır (34). Bakım evlerinde yaşayan yaşlılarda 4hf. görsel geri bildirim esaslı dinamik ağırlık değiştirme eğitimi ile denge fonksiyonlarında ve postüral salınım ölçümlerinde düzelmeler olduğu gösterilmiştir (35).

2-Denge eğitiminde hastanın ilerlemesini sağlamak için; eğitim zamanla daha kompleks hale getirilmelidir. Bir eğitim stratejisinde farklı duyular aktif hale getirilmelidir (30).

Örn; hasta bir denge platformunda hareketli bir zeminde ayakta durmaya çalışırken, gözleri ile ekrandan hareket eden bir objeyi takip edebilir.

5. ALGILAMA EĞİTİMİ

Denge problemi olan kişilerde algılama eğitimi ile; yerçekimi ile ilgili dikey oryantasyon ve destek yüzeyi ile ilgili yüzeysel oryantasyon gibi çevre koşulları ile ilgili tüm duyu bilgilerinin birleştirilmesi sağlanmaktadır. Dikey ve yüzeysel oryantasyon algılamada yetersizliği olan hastalar otomatik postüral yanıtlarda yetersizlik göstermektedirler (2,3,4).

Dikey oryantasyon duyusunu kazandırmak için; hastanın destek yüzeyinde değişiklikler, vücut ağırlık merkezinin yüksekliğinde değişiklikler, ağırlık merkezinin farklı yönlere hareketi ve daha sonra tekrar merkeze geri dönme, gözler açık- kapalı, sabit bir zeminde durma -zeminin hareket ettirilmesi, ellere bir aktivite verilerek dengenin sağlanması gibi aktiviteler yapılabilir. Bu aktiviteler sırasında sözlü işaretlerden (oturun-ayakta durun-gözünüzü gösterin-ayaklarınıza eşit yük verin) ve görsel işaretlerden (sabit bir noktaya odaklanmak- ayna kullanımı-bilgisayarlı ekipmanla çalışma) yararlanarak duyu bilincinin arttırılması hedeflenir (2,3,4,37).

Yüzey oryantasyon duyusunu kazandırmak için; sabit yüzeyler, değişik adaptasyonlar yapılmış hareketli zeminler ve bunların üzerinde yapılan aktiviteleri içermektedir. Farkı yüzeylere sahip paspaslar, denge tahtaları, denge topları gibi çok farklı zeminler kullanılabilir (1,3,38).

6-POSTÜRAL BİLİNÇLENDİRME EĞİTİMİ

Postüral bilinçlendirme eğitimi; duyu ve algılama eğitimi ile beraber dik postürü tekrar kazanma eğitimi, vücut ağırlık merkezini koruma eğitimi ve postüral stratejiler kullanılmalıdır. Eğitimde daha geniş destek yüzeyinden gittikçe daralan ve küçülen destek yüzeyine doğru ilerlenilmelidir. Burada ayak bileği kalça ve adım atma stratejileri kullanılmalıdır. Bu stratejiler vücutta kaslar arasında sinerjistik hareketlerin oluşmasına, düzgün hareket paternlerinin oluşmasına ve kişinin destek yüzeyine tam temasını sağlamaktadır (1,2,3,4). Yaşlı populasyonda denge kaybını düzeltmek için; adım alma staretejileri ile beraber laterale ağırlık aktarma, hızlı ayak hareketleri ve cross over adımlar ile yapılan eğitim sonucunda denge fonksiyonlarında artışlar kaydedilmiştir (40).

7- SONUÇ

Çeşitli hastalıklar ve travmalar; periferik duysal reseptörlere ve duysal sinir fonksiyonlarına zarar vererek; bu sinirlerin bilgi toplama mekanizmasını bozabilir yada yanlış veya eksik bilgiye neden

olmaktadır. Buda denge fonksiyonlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Dengenin sağlanması ve devam ettirilmesinde duysal sistemlerin yanında SSS ve motor sistemlerinde fonksiyonel olarak çalışması gerekmektedir. Denge eğitiminde; dengeye katkısı olan tüm sistemlerin ayrıntılı olarak değerlendirilmesi ve fonksiyon bozukluğunun nereden kaynaklandığının belirlenip, hedefe yönelik bir eğitim planının oluşturulması dengenin geliştirilmesi açısından daha etkili olacaktır.

8-KAYNAKLAR

1- Carr, HJ., Shephaed, R.B. (2003) Balance in neurological rehabilitation: optimizing motor performance. Elsevier Science Limited. Philadelphia.

2- Peterka, JR. (2002) Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol,* 88 (3), 1097-1118.

3- Aksoy, C., Dıraçoğlu, D. (2001) Fiziksel rehabilitasyon: kanıta dayalı muayene değerlendirme ve girişim. İstanbul.

4- Stokes, M., Stack, E. (2011) Physical management for neurological conditions. Livingstone: Elsevier.

5- Halmagyi, G.M., Cremer P.D. (2000) Assessment and treatment of dizziness. *Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry,* 68(2), 129-34.

6- Özen, A. (2005) Diyabetik polinöropatili hastalarda denge bozuklukları ve egzersizin denge bozukluğu üzerinde etkileri. Başkent Üniversitesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Uzmanlık Tezi. Ankara.

7- Oliveira, C.B., Torres de Medeiros, I.R, Ferreira Frota, N.A., Greters, M.E., Conforto, A.B. (2008) Balance control in hemiparetic stroke patients: Main tools for evaluation. *J. Rehabilitation Research and Development,* Volume 45, Number 8, Pages 1215-1226.

8- Harris, J.E., Eng, J.J., Marigold, D.S., Tokuno, C.D., Louis, C.L. (2005) Relationship of balance and mobility to fall incidence in people with chronic stroke. *Phys Ther,* 85(2), 150-58.

9- Bonan, I.V., Colle, F.M., Guichard, J.P., Viacut, E., Eisenfisz, M., Tran Ba Huy, P., Yelnik, A.P. (2004) Reliance on visual information after stroke. Part I: Balance on dynamic posturography. *Arch Phys Med Rehabil,* 85(2), 268-73.

10- Chen, I.C., Cheng, P.T., Chen, C.L., Chen, S.C., Chung, C.Y., Yeh, T.H. (2002) Effects of balance training on hemiplegic stroke patients. *Chan Gung Med J,* 25(9), 583-90.

11- Oie, K., Kiemel, T., Jeka, J.J. (2002) Multisensory fusion: Simultaneous re-weighting of vision and touch for the control of human posture. *Cogn Brain Res,* 14(1), 164-76.

12- İnal, S. (2013) Spor ve egzersizde vücut biomekaniği. Papatya yayıncılık. İstanbul.

13- Parikh, S. and Bid, C. (2005) Vestibular Rehabilitation, Physical Medicine and Rehabilitation Principles and Practice. *Lippincott Williams and Wilkins.*

14- Kejonen, P. (2002) Body movements during postural stabilization. Master Thesis, *University of Oulu,* Oulu, Finland.

15- Horak, F.B. (2006) Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing,* 35 Suppl 2, 7-11.

16- Soyuer, F., Köseoğlu, E., (2001) Dengenin klinik değerlendirilmesi. *Erciyes Üni. Sağlık Bil. Dergisi*, 10(2), 75-82s.

17- Ercidoğan, Ö., (2011) 65 yaş üstü osteoporozlu kadınlarda kuadriseps femoris kasına uygulanan elektrik stimulasyonu ve dirençli egzersizin kas kuvveti, denge, propriosepsiyon ve düşme üzerine etkisi. Tıpta Uzmanlık Tezi., *PAU Tıp Fakültesi FTR Anabilim Dalı*, Denizli.

18- Vidal, P.P., Berthoz, A., and Millanvoye, M. (1982) Difference between eye closure
and visual stabilization in the control of posture in man. *Aviation, Space, Environ. Med.*, vol. 53, 166–170.

19- Ünal A. (2014) Sağ ve sol hemisfer lezyonu olan hemiparetik bireylerde dengenin karşılaştırılması. *PAU. Sağlık Bilimleri Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon ABD. Yüksek Lisans Tezi.*

20-Fukuoka, Y., Nagata, T., Ishida, A., Minamitani, H.(2001) Characteristics of somatosensory feedback in postural control during standing. *Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, Vol. 9, No. 2, June 145.

20- Işık Eİ (2014) Yaşlılarda dört adım kare testinin geçerlilik ve güvenirlilik çalışması. *PAU.Sağlık Bilimleri Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon ABD. Yüksek Lisans Tezi.*

22-Şimşek, D., Ertan, H., (2011) Postural kontrol ve spor: spor branşlarına yönelik postüral sensor-motor stratejiler ve postüral salınım. *Spormetre Beden Eğitimi ve Spor Bilimleri Dergisi*, IX (3), 81-90s.

23- Horak, F., Shupert, C. (2000) Role of the vestibular system in postural control. In Herdman SJ: *Vestibular Rehabilitation,* ed 2, Philadelphia.

24- Tyson, S.F., Hanley, M., Chillala, J., Selley, A., Tallis, R.C. (2006) Balance disability after stroke. *Phys Therapy,* 86(1), 30-38.

25- Mergner, T., Rosemeier, T. (1998) Interaction of vestibular, somatosensory and visual signals for postural control and motion perception under terrestrial and microgravity conditions—a conceptual model. *Brain Research Reviews* 28, 118–135.

26- Bonan, I.V., Colle, F.M., Guichard, J.P., Viacut, E., Eisenfisz, M., Tran Ba Huy, P., Yelnik, A.P. (2004) Reliance on visual information after stroke. Part I: Balance on dynamic posturography. *Arch Phys Med Rehabil,* 85(2), 268-73.

27-Redfern, M.S., Jennings, J.R., Martin, C., Furman, J.M. (2001) Attention influences sensory integration for postural control in older adults. *Gait and Posture,* 14, 211–216.

28- Tinetti, M.E., Baker, D.I., McAvay, G. (1994) A multifactorial intervention to reduce the risk of falling among elderly people living in the community. *N Engl J Med,* 331(13), 821-827.

29- Herdman S.J. (2007) Contemporary Perspectives in Rehabilitation. In Vestibular Rehabilitation. 3rd Edition, Hardcover –Philadelphia.

30- Shepard N.T., Telian S.A., Smith-Wheelock M., Raj A. (1993) Vestibular and balance rehabilitation therapy. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol,* 102, 198-205.

31- Benlidayı, C.İ. Vestibüler rehabilitasyona güncel bakış: derleme. (2014) *ADU Tip Fak Derg,* 15(2), 73-6.

32-Pavlou, M., Shumway-Cook, A., Horak, F.B., Yardley, L., Bronstein, A.M. (2004) Rehabilitation of balance disorders in the patient with vestibular pathology. In: Bronstein, A.M., Brandt, T., Woollacott, M.H., Nutt, J.G. Clinical Disorders of Balance, Posture and Gait, 2nd ed. Arnold, London.

33- Kaya, D., Akseki, D., Doral, M.N. (2012) Patellofemoral sorunlarda propriyosepsiyonun rolü. *TOTBİD Dergisi,*11 (4), 269-273.

34- Özay, Z., Malkoç, M., Angın, S., Yeşil, S.,Bayraktar, F. (2012) Tip 2 diyabetik nöropatide denge eğitiminin postüral stabilite ve yürüyüşe etkisi. *Fizyoterapi Rehabilitasyo*n, 23(2), 55-64.
35- Sihvonen, S.E., Sipilä, S., Era, P.A. (2004) Changes in postural balance in frail elderly women during a 4-week visual feedback training: A randomized controlled trial. *Gerontology,* 50, 87-95.
36-Steadman, J., Donaldson, N., Kalra, L. (2003) A randomized controlled trial of an enhanced balance training program to improve mobility and reduce falls in elderly patients. *J Am Geriatr Soc,* 51,847-852.
37- Bonan,ı.V., Hubeaux, K., Gellez-Leman, M. C., Guichard, J. P., Vicaut, E., Yelnik, A.P.(2007) Influence of subjective visual vertical misperception on balance recovery after stroke. *Neurol Neurosurg Psychiatry,*78, 49–55.
38- Zech, A., Hu, M., Vogt, L., Banzer, W., Hansel, F., Pfeifer, K. (2010) Balance training for neuromuscular control and performance enhancement: a systematic review. *Journal of Athletic Training,* 45(4), 392–403.
39- Shepard, N.T., Solomon, D. (2000) Functional operation of the balance system in daily activities. *Otolaryngol Clin North Am,* 33(3), 455-469.
40- Maki, B.E., McIlroy, W.E. (2007) The role of limb movements in maintaining upright stance: the "change-in-support" strategy, *Phys Ther,* 77(5), 488-507.

Güncel Literatür Işığında Multipl Skleroz'da Denge Çalışmaları

Doç Dr Fatma Karantay Mutluay
İstanbul Medipol Üniversitesi *Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü*
E-mail: fmutluay@medipol.edu.tr

ÖZET

Multipl Skleroz (MS), demiyelinizan ve otoimmün kökenli olduğu varsayılan, genç erişkinlerde nörolojik özürlülüğe en fazla neden olan bir merkezi sinir sistemi (MSS) hastalığıdır. MSS'ndeki lezyonlara bağlı olarak ortaya çıkan nörolojik bozukluklar değişik derecelerde mobilite ve denge kısıtlılıklarına yol açarak kişinin aktivitelerini kısıtlamakta ve yaşam kalitesini düşürmektedir. MS'da denge ve mobilite problemleri çok yaygın olarak görülmektedir. MS'da denge bozukluğunun özellikle postüral kontrol mekanizmalarındaki kısıtlılıklardan kaynaklandığı bildirilmektedir. Zayıf bir denge sıklıkla düşmeye neden olmakta ve hastalarda yaralanma ya da düşme korkusu yaratmaktadır. Denge ve mobilite problemi olan MS'lu hastalarda uygulanan çeşitli fizyoterapi uygulamaları olmakla birlikte dengeye etkisine dair yeterince bilgi yoktur. Literatürde bu konuda yapılan klinik çalışmalar sınırlı sayıdadır, bu çalışmalarda geleneksel aerobik, güçlendirme ve spesifik denge egzersizlerinin yanısıra egzersiz oyunları, tüm beden vibrasyonu, denge giysisi gibi daha güncel ve teknolojik yaklaşımlar da kullanılmıştır. Çalışmaların çoğu hafif-orta derecede özürlülüğü olan hastalarla ve randomize kontrollü olarak yapılmıştır ancak vaka sayısı düşük düzeydedir. Elde edilen kanıtlar dengeye özelleştirilmiş egzersizlerin diğer yöntemlere kıyasla hem denge hem de fonksiyonel mobiliteyi daha fazla arttırdığını göstermektedir. Daha büyük sayıda ve yüksek özürlülüğe sahip vakaların da dahil edildiği, özellikle serebellar tutulumu olan hastalarla yapılacak ileri araştırmalara gereksinim vardır.

Anahtar kelimeler: Multipl skleroz, denge, fizyoterapi, denge eğitimi

ABSTRACT

Multiple Sclerosis (MS) is a demyelinating and believed to be autoimmune related Central Nervous System (CNS) disease that is the leading cause of neurological impairment in young adults. The neurological impairments related to lesions in CNS affect variably mobility and balance restricting patients activities and reducing their quality of life. Balance and mobility problems are commonly observed in patients with MS. Balance deficits are reported to be mostly due to limitations in postural control mechanisms. Poor balance frequently causes falls and engenders fall over and injury anxiety in patients. Although there exists various physitherapy applications targeting MS patients with balance impairment, no sufficient knowledge exits regarding their effects on balance. There are few clinical studies on this subject which used some modern technological approaches including exercise-games, whole body vibration and balance wear as well as conventional methods such as aerobic, strength and balance improving exercises. Most efforts were randomized controlled studies involving low numbers of patients with light-medium disability. The evidence obtained from balance targeting exercises application point to improvements in both balance and fuctional mobility. There is a need for additional advanced studies involving more patients with higher level disability especially with those affected with cerebellar system.

Key words: multiple sclerosis, balance, physiotherapy, balance training

1. GİRİŞ

Multipl Skleroz (MS), demiyelinizan veya miyelinoklastik olarak kabul edilen, klasik olarak normal gelişimini tamamlamış olan miyelinin yıkımı ile şekillenen ve otoimmün kökenli olduğu varsayılan bir merkezi sinir sistemi hastalığıdır. Genç erişkinlerde (20-40 yaş) en sık rastlanan ve nörolojik özürlülüğe en fazla neden olan hastalıklardan biridir (1). MS'da görme, hissiyet, kas kuvveti, tonus, denge ve koordinasyon bozukluğu gibi çeşitli semptom ve bulgular görülmektedir. Bu nörolojik bozukluklar değişik derecelerde mobilite ve denge kısıtlılıklarına yol açarak kişinin günlük yaşam aktivitelerini kısıtlamakta ve yaşam kalitesini önemli ölçüde düşürmektedir (2-4).

Denge, Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) "İşlevsellik, Yetiyitimi ve Sağlığın Uluslararası Sınıflandırması'na (ICF 2001) göre, vücut pozisyonunu değiştirebilme ve koruyabilme olarak tanımlanmaktadır (5). Denge fiziksel fonksiyonun bir parçasıdır ve mevcut ortam ile yapılması gereken görevin bir ürünüdür. Ayakta dik durma veya dengenin sürdürülmesi birçok duysal-motor (vizüel, vestibuler, propriosepsiyon) sürecin birbiriyle etkileşimi sonucunda başarılır.

1.1. Multipl Skleroz'da Denge ve Yürüme

MS'da denge ve mobilite problemlerinin çok yaygın olması ve sınırlayıcı etkileri nedeniyle tedavisindeki öncelikli hedef fonksiyonelliğin ve ambulasyonun sürdürülmesi olmuştur. MS'lularda denge ile ilgili yapılan çalışmalar sonucunda, denge bozukluğunun özürlülük derecesi ile ilişkili olduğu ancak yeti kaybı minimal olan hastalarda dahi denge ve yürümenin etkilendiği gösterilmiştir (6). MS'da görülen denge bozukluğunun özellikle postüral kontrol mekanizmalarındaki kısıtlılıklardan kaynaklandığı gösterilmiştir. MS'da görülen denge ve yürüme bozuklukları aşağıdaki gibi özetlenmektedir (7):

Biyomekanik kısıtlılıklar: Özellikle kas kuvvetindeki değişikliklerden kaynaklanır, ***a***lt ekstremitelerdeki kuvvet kaybı, kuvvet asimetrisi ve yorgunluk semptomunun eşlik etmesi sonucunda ayakta durma ve denge bozulur. Özellikle yüksek hızlı dinamik kasılmalar sırasında en belirgin olarak görülür.

Stabilite limitlerinin azalması: Fonksiyonel uzanma ya da maksimum eğilme sırasında stabilite limitlerindeki yer değiştirmeler azalır, yavaşlar ve gecikir.

Ayakta duysal oryantasyonun azalması: ***Özellikle daha zorlu*** duyusal durumlarda salınımların amplitüdü, hızı ve ivmesi artar. Bu bozukluk kişinin özürlülük derecesi, düşme korkusu ve yorgunluk ile ilişkili olarak artmaktadır.

Beklentiye Dayalı Postüral Düzeltme: İstemli postüral geçişlerde problem vardır. Postüral düzeltmelerin amplitüdünde azalma ve gecikme görülür ve üst ekstremite görevleri sırasındaki yönlendirmeyle uyumlu değildir. Postüral düzeltmelerin anteroposterior amplitüdü azal*ır* ya da yürüyüşün başlatılması veya adım süresinde artış görülür.

Postüral yanıtlarda azalma: Eksternal bozulmalara karşı dengeyi korumak güçleşir. Ayakta durma dengesinin bozulması sonucunda hipermetrik ve gecikmiş düzeltme yanıtlarının olduğu görülür.

Yürüme zorlukları: Daha yavaş ve daha küçük adımlarla yürüme, *çift destek periyodunda uzama ve yürüyüşün uzaysal-zamansal değişkenlerinde artış vardır. Yürüyüşün kalitesindeki* bozulma klinik özürlülük saptanmasından önce kişi normal yürüme hızın1dayken dahi görülür. Yürüyüşün bozulması, kişinin düşme korkusu, dengeye olan *güveni ve yorgunlukla ilişkilidir.*

Kognitif-motor etkileşimi: Kişiye yaptırılan ikili bir görev sırasında postüral düzeltmelerde daha uzun gecikmeler olur, daha yavaş hızda yürür, adım uzunluğu azalır ve çift destek periyodunun uzadığı ***görülür.***

1.2. Multipl Skleroz ve Düşme

Denge bozukluğu sıklıkla düşmeye neden olmaktadır, MS'lu hastalarda düşme ile ilgili yapılmış çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu araştırmaların sonucunda MS'lilerin >%50 son 6 ay içinde düştüğünü (8, 9) yaralanmalı düşmelerin (kırık dahil) daha yaygın olduğu (10, 11) ve düşme korkusunun sık olduğu (12) bildirilmektedir. Düşme riskinin artmış olması yürüme kapasitesi ve yürümeye yardımcı alet kullanımı ile ilişkili bulunmuştur (13, 14).

2. MULTİPL SKLEROZ'DA DENGE PROBLEMLERİNE YÖNELİK YAKLAŞIMLAR

MS'da fizyoterapi uygulamalarının dengeye etkisine dair yeterince bilgi yoktur. Veri tabanlarında "denge eğitimi" ya da "denge egzersizleri" anahtar kelimelerini kullanarak yapılan literatür araştırmasında az sayıda klinik çalışmaya rastlanmaktadır. Bu çalışmaların neredeyse tamamında verilen denge eğitimlerinin periferal kaynaklı denge bozukluğuna etkisi incelenmiş, sadece bir tanesi serebellar tutulumu olan ataksili hastalarda yapılmıştır.

2.1. Değerlendirme Yöntemleri

Mevcut makaleler incelendiğinde değerlendirmede en sık tercih edilen sonuç ölçümleri aşağıdaki gibi özetlenebilir:

Primer sonuç ölçümleri:

- Süreli Kalk ve Yürü Testi (Timed up and Go-TUG)
- Berg Denge Testi (Berg Balance Test-BBT)
- Tek ayakta durma süresi
- Fonksiyonel Uzanma Testi
- Dinamik Yürüme İndeksi (Dynamic Gait Index)

Diğer ölçümler:

- Aktiviteye Özgü Denge Güven Ölçeği (Activities-Specific Balance Confidence)
- Düşme Etkinlik Ölçeği (Falls Efficacy Scale)
- Modifiye Dizzines Yetersizlik Ölçeği (Modified Dizziness Handicap Inventor)

2.2. Egzersiz Yöntemleri

Denge ve yürüme problemi yaşayan MS hastalarında uygulanabilecek birçok egzersiz yöntemi bulunmaktadır. İlgili literatürde bulunan çalışmalarda kullanılmış olan egzersizleri aşağıdaki gibi listelemek mümkündür:

- Dirençli egzersizler
- Aerobik egzersizler
- Dirençli ve aerobik egzersizlerin kombine kullanılması
- Dengeye özelleştirilmiş egzersizler
- Sanal gerçeklik egzersizleri
- Tüm Beden Vibrasyonu (Whole Body Vibration-WBV)
- Ağırlaştırılmış Denge Giysisi (Balance-Based Torso Weighting-BBTW)
- Vestibuler rehabilitasyon
- Diğer yöntemler; aquatik egzersizler, pilates, yoga, kickboks ve hippoterapi

Dirençli egzersizlerin postür ve yürüme üzerinde gelişme sağladığı görülmektedir, ancak dengenin diğer paramatrelerinde iyileşme sağladığına dair yeterli kanıt bulunmamıştır. Aerobik egzersizlerin kullanıldığı çalışma sayısı çok az olsa da etkisinin dirençli egzersizlerle aynı düzeyde olduğu görünmektedir (15-21). Özellikle kombine eğitimin yaşam kalitesi üzerinde de olumlu etkisi vardır. Her iki yöntemin hastaların tedavi programına eklenmesi genel sağlığı iyileştirici etkisi nedeniyle yararlı olacaktır.

Dengeye özelleştirilmiş egzersizlerin özellikle düşme sıklığını azalttığı ve fonksiyonel denge becerilerinde gelişme sağladığı bildirilmektedir (22-27). Hastaların özelleştirilmiş egzersiz programlarından daha fazla yarar sağlaması egzersiz eğitim prensipleri göz önüne alındığında beklenen olağan bir sonuçtur. Bu nedenle hastaların tedavisinde öncelikli olarak denge ve yürüme bozukluğuna özelleştirilmiş egzersizler yer almalıdır.

Son yıllarda fizyoterapi rehabilitasyon yaklaşımlarından biri olarak sıkça kullanılan sanal gerçeklik egzersizlerinin yararları, fiziksel ve kognitif kapasitesiyi ve motivasyonu arttırması ve evde denetimsiz kullanılabilmesi ayrıca hem hastalar hem de fizyoterapistler tarafından eğlenceli bulunmasıdır. Ancak, sanal gerçeklik egzersizlerinin sadece statik dengeyi geliştirdiği ve düşme riskini arttırdığı bir dezavantaj olarak bildirilmektedir. Bu nedenle hastaların evde gözetim altında olmadan kullanmaları sakıncalıdır (28-32).

Tüm Beden Vibrasyonu (TBV), kullanılan cihazın tasarımına uygun olarak **üzerinde statik bir postürün korunduğu veya** dinamik egzersizlerin yapılabildiği titreşim yapan bir platform sayesinde gerçekleştirilir. Titreşimlerin hangi yöne ve/veya yönlere doğru uygulandığı TBV'nin etkisini artırmada belirleyici öneme sahiptir. Stabilite ve fonksiyonel performansın geliştirilmesi TBV'nin amaçlarından birisidir. Ancak yapılan çalışmalarda çelişkili sonuçlar bulunmakta ve daha fazla araştırma gerektiği bildirilmektedir (33-38).

Ağırlaştırılmış Denge Giysisi y**öntemi, denge bozukluklarında düzeltme ve stabiliteye destek sağlamak amacıyla geliştirilmiştir.** Proprioseptif duyuyu tamamlayıcı bu cihaz, oturma, ayakta durma ve diğer dinamik aktiviteler (yürüme, koşma, dönme) sırasında ağırlık merkezinin kontrol**ünü** destek tabanının üzerinde tutarak gövdenin stabilizasyonunu sağlamaktadır. Bu yöntemin postüral oryantasyona ve düzeltmeye, otomatik postüral kontrol cevaplarına yardımcı olduğu bildirilmektedir (39, 40).

Kullanım Şekli: Çeşitli modüler ağırlıklar giysinin uygun yerlerine bir kanca-halka sistemi ile tutturulur. Ağırlıkların seçimi ve yerleşimi kişiye özel "Denge için Vücut Ağırlık Yerleştirme Tablosu" kullanılarak yapılır. Giysi normal bir ceket gibi giyilerek ve fermuarları tamamen çekilerek

Şekil 1. BalanceWear® BW300 Device

Tablo 1. Multipl Skleroz'da fizyoterapi yaklaşımlarının denge üzerine etkisi

Yıl-Yazar	Çalışma Tipi (n)	Metot	Anlamlı Sonuç
Dirençli, aerobik ve kombine egzersizler (15-21)			
2014, *Sangelaji B*	RCT (59)	Kombine	YŞÖ, YK (Mental+Fiziksel), 6 dk yürüme testi, BBT
2014, *Gervasoni E*	RCT (30)	Treadmil eğitimi Konvansiyonel	- Borg skalası, Kalp hızı
2013, *Tarakci E*	RCT (99)	Grup egzersizi, 12 hf	BBT, 10m yürüme, 10 basamak çıkma süresi
2011, *Sabapathy NM*	Randomize, pilot (16)	8 hf endurans 8 hf dirençli	Fonksiyonel uzanma
2011, *Broekmans T*	RCT (36)	Dirençli egzersiz	Fonksiyonel uzanma
2011, *Hayes HA*	RCT (19)	Eksentrik kasılmada direnç	-
2010, *Cakit BD*	RCT (45)	Progresif dirençli bisiklet+ denge kombine	TUG, Fonksiyonel uzanma, YK, düşme sıklığı
Dengeye özelleştirilmiş egzersizler (22-27)			
2015, *Kasser SL*	Kontrollü olmayan, pilot (10)	10 hf	MSQOL-54 (Mental komponent), MFIS, MSWS-12, Brief-BESTest
2015, *Gandolfi M*	RCT (80)	15 seans, - denge+duyu integrasyonu - konvansiyonel FTR	BBT, FSS, düşme sıklığı
2014, *Brichetto G*	RCT (32)	Bireyselleştirilmiş Geleneksel	BBT
2014, *Gandolfi M*	RCT (22)	Robot yardımlı yürüme eğitimi+duyu integrasyonu	BBT ve yürüme hızı
2007, *Cattaneo D*	RCT (44)	- denge+duyu-motor - denge+motor - non-spesifik	BBT, düşme sıklığı
2014, *Nilsagard YE*	Çok merkezli, tek-kör (32)	7 hf, grup egzersiz, core stabilite+ dual task+duyu integrasyonu	BBT, düşme sıklığı
Egzersiz oyunları-Sanal gerçeklik egzersizleri (28-32)			
2015, *Eftekharzadart B*	RCT (30)	Biodex, 12 hf Postüral stabilite egzersizleri	TUG, Düşme Riski İndeksi ve Stabilite İndeksi
2014, *Kramer A*	Eşleştirilmiş, kontrollü (70)	- Konvansiyonel denge egzersizleri, - Egzersiz oyunları (hareketli zeminde) - Görev-odaklı egzersiz (hareketli zeminde)	Tümünde denge ve yürüme skorlarında, oyun grubunda dual-task becerisi ve egzersize uyum yüksek
2013, *Prosperini L*	RCT, pilot (36)	- 24 hf, Nintendo Wii - received the treatment in reverse order	Fark yok, Wii egzersizlerinde düşme riski!
2013, *Nilsagard YE*	RCT, çok merkezli (84)	12 seans, supervize, 30 dk egzersiz WiiFit, kontrol grubunda egzersiz yok	TUG
2015, Forsberg A	Çok merkezli, (15) ve 9 fzt	Egzersiz oyunlarının kullanımı hakkında	Her iki grup da eğlenceli ve motive edici bulmuş.
Tüm Beden Vibrasyonu (33-38)			
2014, *Wolfsegger T*	RCT (18)	3 hf	-
2013, *Hilgers C*	RCT (60)	3gün/3 hf, 3x60sn	6MWT
2012, *Claerbout M*	RCT (38)	10 seans, yüksek frekans	Kas gücü, BBT, 3 dk yürüme
2012, *Mason RR*	(15)	8 hf	TUG, 10m yürüme, ayakta durma dengesi
2010, *Broekmans T*	RCT (25)	20hf	-
2005, *Schuhfried O*	RCT (12)	5 seri, düşük frekanslı, 1dk	Sensory Organization Test, TUG

YŞÖ; Yorgunluk Şiddet Ölçeği, YK; Yaşam Kalitesi, MSQOL-54; MS-54 Yaşam Kalitesi Anketi, MFIS; Modified Fatigue Impact Scale (Yorgunluk Etki Skalası), MSWS-12; MS Walking Scale (MS Yürüme Skalası), Brief-BESTest; Brief Balance Evaluation Systems Test (Denge değerlendirme sistemi)

kullanılır. Genel olarak giysi günde 1-2 saat giyilir, bazı kişiler tüm gün boyunca giymektedirler.

Denge giysisinin etkisini inceleyen bir çalışmanın sonucunda, bu yöntemin özellikle yürüme hızını arttırdığı, ayakta durma, dönme ve oturma gibi fonksiyonel aktivitelerde iyileşme sağladığı bildirilmiştir. Ancak etki mekanizmasının yerçekimi merkezini biyomekanik olarak değiştirmesinden kaynaklandığı hipotezi kanıtlanamamıştır ve ileri araştırmalara gereksinim olduğu önerilmiştir (41).

Vestibüler rehabilitasyon, vestibüler sistemdeki kaybın ya da yetersizliğin telafisi amacıyla uygulanan ve denge aktivitelerini ve/veya göz hareketlerini **içer**en egzersizlerden oluşmaktadır. Hebert JR ve ark.'nın yapmış olduğu 6 hafta süreli randomize kontrollü bir çalışmada 38 MS hastası üç ayrı gruba ayrılmış ve birinci gruba standart vestibüler rehabilitasyon programı, ikinci gruba bisiklet ile yapılan endurans egzersizleri ve germe egzersizleri verilmiş, üçüncü grup ise bekleme listesine alınmıştır. Çalışmanın sonucunda vestibüler rehabilitasyon grubunda diğerlerine göre yorgunluk ve denge ölçümlerinde (postürografi) anlamlı gelişme elde edildiği bildirilmiştir (42).

Akuatik egzersizler, 23 MS hastasına 8 hafta süresince havuzda Ai-Chi egzersizleri, kontrol grubuna ise solunumla kombine aktif egzersizlerden oluşan ev egzersiz programı verilmiş. Çalışmanın sonucunda tek ayakta durma süresi, kas kuvveti, yorgunluk, TUG testi ve 6 dakika yürüme testi değerlerinde anlamlı gelişme elde edilmiştir (43). Akuatik egzersizler ile pilates egzersizlerinin kontrol grubu ile karşılaştırıldığı bir başka çalışmada 57 MS hastası 12 hafta süresince çalıştırılmış ve her iki egzersiz grubunda TUG testinde anlamlı gelişme elde edilmiştir (44).

Pilates, egzersizlerinin etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, 26 MS hastasına 8 hafta süreyle pilates egzersizleri, kontrol grubuna solunumla kombine aktif egzersizler ev programı olarak verilmiş, sonuçta BBS, TUG ve kas kuvvetinde anlamlı gelişme elde edildiği bildirilmiştir (45).

Nörofizyolojik Yaklaşım, ataksili 26 MS hastasında çalışma grubuna PNF ve Frenkel egzersizleri ile birlikte Johnstone basınç splintleri uygulanmış, kontrol grubuna ise nöromusküler rehabilitasyon uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda hastalarda anterior denge, çizgi üzerinde yürüme, yürüme parametreleri, EDSS skoru, pendular hareketler ve disdiadokokinezi probleminde anlamlı düzelme elde edilmiştir (46). Literatürde serebellar sistem tutulumu olan ataksili hastalarla yapılmış olan tek çalışmadır ve denge, koordinasyon bozuklukları üzerindeki anlamlı sonuçları dikkat çekicidir.

Diğer Uygulamalar; hippoterapi uygulaması sonucunda denge ve yürümede gelişme, postüral salınımlarda azalma (47) Yoga tedavisi ile ayakta durma dengesinde gelişme (48) kickboks sonucunda ise bir gelişme görüldüğü ancak anlamlı düzeyde olmadığı (49) bildirilmiştir.

3. SONUÇ

Denge ve mobilite problemi olan MS hastalarında fizyoterapi uygulamalarının etkisini inceleyen çalışmalarda elde edilen sonuçlar çok çeşitlidir. Çalışmalar daha çok EDSS skoru hafif-orta düzeyde olan MS'liler için yapılmıştır, çoğu çalışmada vaka sayısı düşük (12-50) ve ortalama tedavi süresi 9 hafta (3-20 hafta) olarak bulunmuştur. Elde edilen kanıtlar dengeye özelleştirilmiş egzersizlerin diğer yöntemlere göre hem denge hem de fonksiyonel mobiliteyi daha fazla arttırdığını göstermektedir. Sonuç olarak, özellikle serebellar sistem tutulumu olan, EDSS skoru daha yüksek olan ve sayıca büyük hasta gruplarının dahil edildiği kanıta dayalı çalışmalara gereksinim olduğu görülmektedir.

KAYNAKÇA

1. Siva A. (200 *rch Phys Med Rehabil*, 89: 1031–1037.
11. Cameron MH, Poel AJ, Haselkorn JK, Linke A, Bourdette D. (2011) Falls requiring medical attention among veterans with multiple sclerosis: a cohort study. *J Rehabil Res Dev*,48: 13–20
12. Peterson EW, Cho CC, Finlayson ML. (2008) Fear of falling and associated activity curtailment among middle aged and older adults with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabil*, 89: 1031–1037
13. Coote S, Hogan N, Franklin S. (2013) Falls in people with multiple sclerosis who use a walking aid: prevalence, factors, and effect of strength and balance interventions. *Arch Phys Med Rehabil*, 94(4):616-21
14. Coote S, Finlayson M, Sosnoff JJ. (2014) Level of mobility limitations and falls status in persons with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehabi*, 95(5):862-6
15. Sangelaji B, Nabavi SM, Estebsari F, et.al. (2014) Effect of combination exercise therapy on walking distance, postural balance, fatigue and quality of life in multiple sclerosis patients: a clinical trial study. *Iran Red Crescent Med J*,16(6):17173
16. Gervasoni E, Cattaneo D, Jonsdottir J. (2014) Effect of treadmill training on fatigue in multiple sclerosis: a pilot study. *Int J Rehabil Res*, 37(1):54-60
17. Tarakci E, Yeldan I, Huseyinsinoglu BE, Zenginler Y, Eraksoy M.(2013) Group exercise training for balance, functional status, spasticity, fatigue and quality of life in multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*, 27(9):813-22
18. Sabapathy NM, Minahan CL, Turner GT, Broadley SA. (2011) Comparing endurance- and resistance-exercise training in people with multiple sclerosis: a randomized pilot study. *Clin Rehabil*, 25(1):14-24

19. Broekmans T, Gijbels D, Eijnde BO, et.al. (2013) The relationship between upper leg muscle strength and walking capacity in persons with multiple sclerosis. *Mult Scler,* 19(1):112-9

20. Hayes HA, Gappmaier E, LaStayo PC. (2011) Effects of high-intensity resistance training on strength, mobility, balance, and fatigue in individuals with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *J Neurol Phys Ther,*35(1):2-10

21. Cakit BD, Nacir B, Genç H, Saraçoğlu M, et.al. (2010) Cycling progressive resistance training for people with multiple sclerosis: a randomized controlled study. *Am J Phys Med Rehabil,* 89(6):446-57

22. Kasser SL, Jacobs JV, Ford M, Tourville TW. (2015) Effects of balance-specific exercises on balance, physical activity and quality of life in adults with multiple sclerosis: a pilot investigation. *Disabil Rehabil,* 4:1-12.

23. Gandolfi M, Munari D, Geroin C, Gajofatto A, et.al. (2015) Sensory integration balance training in patients with multiple sclerosis: A randomized, controlled trial. *Mult Scler*, 12:1-10

24. Brichetto G, Piccardo E, Pedullà L, Battaglia MA, Tacchino A. (2014) Tailored balance exercises on people with multiple sclerosis: A pilot randomized, controlled study. *Mult Scler*, 12: 112-9

25. Gandolfi M, Geroin C, Picelli A, Munari D, et.al. (2014) Robot-assisted vs. sensory integration training in treating gait and balance dysfunctions in patients with multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Front Hum Neurosci*, 22;8:318

26. Cattaneo D1, Jonsdottir J, Zocchi M, Regola A. (2007) Effects of balance exercises on people with multiple sclerosis: a pilot study. *Clin Rehabil*, 21(9):771-81

27. Nilsagård YE, von Koch LK, Nilsson M, Forsberg AS. (2014) Balance exercise program reduced falls in people with multiple sclerosis: a single-group, pre-test-posttest trial. *Arch Phys Med Rehabil,* 95(12):2428-34

28. Eftekharsadat B, Babaei-Ghazani A, Mohammadzadeh M, et.al. (2015) Effect of virtual reality-based balance training in multiple sclerosis. *Neurol Res*. 10:1743

29. Kramer A, Dettmers C, Gruber M. (2014) Exergaming with additional postural demands improves balance and gait in patients with multiple sclerosis as much as conventional balance training and leads to high adherence to home-based balance training. *Arch Phys Med Rehabil*, 95(10):1803-9

30. Prosperini L, Fortuna D, Giannì C, Leonardi L, et.al. (2013) Home-based balance training using the Wii balance board: a randomized, crossover pilot study in multiple sclerosis. *Neurorehabil Neural Repair*, 27(6):516-25

31. Nilsagård YE, Forsberg AS, von Koch L. (2013) Balance exercise for persons with multiple sclerosis using Wii games: a randomised, controlled multi-centre study. *Mult Scler,* 19(2):209-16

32. Forsberg A1, Nilsagård Y, Boström K. (2015) Perceptions of using videogames in rehabilitation: a dual perspective of people with multiple sclerosis and physiotherapists. *Disabil Rehabil,* 37(4):338-44

33. Wolfsegger T, Assar H, Topakian R. (2014) 3-week whole body vibration does not improve gait function in mildly affected multiple sclerosis patients--a randomized controlled trial. *J Neurol Sci,*15;347(1-2):119-23

34. Hilgers C, Mündermann A, Riehle H, Dettmers C. (2013) Effects of whole-body vibration training on physical function in patients with multiple sclerosis. *NeuroRehabilitation,*32(3):655-63

35. Claerbout M, Gebara B, Ilsbroukx S, Verschueren S, et. al. (2012) Effects of 3 weeks' whole body vibration training on muscle strength and functional mobility in hospitalized persons with multiple sclerosis. *Mult Scler*, 18(4):498-505

36. Mason RR, Cochrane DJ, Denny GJ, Firth EC, et. Al. (2012) Is 8 weeks of side-alternating whole-body vibration a safe and acceptable modality to improve functional performance in multiple sclerosis? *Disabil Rehabil,*34(8):647-54

37. Broekmans T, Roelants M, Alders G, Feys P, et. Al. (2010) Exploring the effects of a 20-week whole-body vibration training programme on leg muscle performance and function in persons with multiple sclerosis. *J Rehabil Med.* 42(9):866-72

38. Schuhfried O, Mittermaier C, Jovanovic T, Pieber K, (2005) Effects of whole-body vibration in patients with multiple sclerosis: a pilot study. *Clin Rehabil.*, 19(8):834-42

39. Widener GL, Allen DD, Gibson-Horn C. (2009) Balance-based torso-weighting may enhance balance in persons with multiple sclerosis: preliminary evidence. *Arch Phys Med Rehabil,* 90(4):602-9

40. Widener GL, Allen DD, Gibson-Horn C (2009) Randomized clinical trial of balance-based torso weighting for improving upright mobility in people with multiple sclerosis. *Neurorehabil Neural Repair,* 23(8):784-91

41. Crittendon A, O'Neill D, Widener GL, Allen DD. (2014) Standing data disproves biomechanical mechanism for balance-based torso-weighting. Arch Phys Med Rehabil, 95(1):43-9

42. Hebert JR, Corboy JR, Manago MM, Schenkman M. (2011) Effects of vestibular rehabilitation on multiple sclerosis-related fatigue and upright postural control: a randomized controlled trial. *Phys Ther*, 91(8):1166-83

43. Bayraktar D, Guclu-Gunduz A. (2013) Effects of Ai-Chi on balance, functional mobility, strength and fatigue in patients with multiple sclerosis: a pilot study. *NeuroRehabilitation,* 33(3):431-7

44. Marandi SM. (2013) A comparison of 12 weeks of pilates and aquatic training on the dynamic balance of women with mulitple sclerosis. *Int. J Prev Med*, 4:110-7

45. Guclu-Gunduz A, Citaker S, Irkec C, Nazliel B, Batur-Caglayan HZ. (2014) The effects of pilates on balance, mobility and strength in patients with multiple sclerosis. *NeuroRehabilitation,* 34(2):337-42

46. Armutlu K, Karabudak R, Nurlu G. (2001) Physiotherapy approaches in the treatment of ataxic multiple sclerosis: a pilot study. *Neurorehabil Neural Repair*, 15(3):203-11

47. Silkwood-Sherer D, Warmbier H J. (2007) Effects of hippotherapy on postural stability, in persons with multiple sclerosis: a pilot study. *Neurol Phys Ther*, 31(2):77-84.

48. Salgado BC1, Jones M, Ilgun S, McCord G, et.al. (2013) Effects of a 4-month Ananda Yoga program on physical and mental health outcomes for persons with multiple sclerosis. *Int J Yoga Therapy*, (23):27-38.

49. Jackson K, Edginton-Bigelow K, Cooper C, Merriman H. (2012) A group kickboxing program for balance, mobility, and quality of life in individuals with multiple sclerosis: a pilot study. *J Neurol Phys Ther,* 36(3):131-7

Nörolojik Rehabilitasyonda Tüm Vücut Titreşimi ve Denge

Prof Dr Ferhan SOYUER
Nuh Naci Yazgan Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Kayseri
e-mail: soyuerferhan@gmail.com

ÖZET

Tüm vücut titreşimi (TVT) mekanik stimulasyon için sistemik vibrasyon sinyalleri sağlayan yeni bir biyofiziksel modalitedir. TVT'nin, kemik mineral yoğunluğunun korunması veya arttırılmasında, kas kuvvetinin korunmasında ve arttırılmasında, propriosepsiyonun iyileştirilmesinde ve bu sayede denge ve mobilitenin sağlanmasında, düşme ve düşme ile ilişkili yaralanma riskinin azaltılmasında etkili olduğu gösterilmiştir. Denge bozukluklarının rehabilitasyonunda denge egzersizleri başta olmak üzere çeşitli fiziksel tıp yöntemleri kullanılmakta olup; tüm vücut titreşim tedavisi son yıllarda denge çalışmalarında kullanımı artan bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır. TVT'nin denge yetisi üzerindeki uzun dönem etkileri ve düşmelerin ve düşme ilişkili yaralanmaların önlenmesindeki potansiyel kullanımı ile ilgili ileri araştırmalar gerekmektedir. Bu nedenle, TVT'nin musküler performans üzerindeki olumlu etkilerinin dengenin geliştirilmesine yardımcı olacağı beklenebilir. Bu bölümde, nörolojik hastalıklarda, TVT'nin denge yetisinde kullanımına ilişkin bilgi verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Tüm Vücut Titreşimi, Vibrasyon, Denge, Nörolojik Rehabilitasyon

ABSTRACT

WHOLE BODY VIBRATION AND BALANCE IN NEUROLOGICAL REHABILITATION

Whole body vibration (WBV) is a new modality that provides systemic biophysical signals to the mechanical vibration stimulation. It has been shown that WBV has been effective in the protection and increase of the bone mineral density, protection and increase of the muscle strength, improvement of proprioception and thus providing balance and mobility, reducing the risk of fall and possible resultant injury. In the rehabilitation of balance disorders, various methods of physical medicine, especially balance exercises, have been used. Whole body vibration therapy emerges to be a growing practice in the balance of work in recent years. Further research is needed on the long term effects of WBV and its potential use in falls and fall-related injuries. Therefore, WBW can be expected to have positive effects on balance ability and muscular balance. In this section, information has been given on the usage of WBV in neurological disease.

Key Words: Whole Body Vibration, Vibration, Balance, Neurologic Rehabilitation

1. GİRİŞ

Tüm vücut titreşimi (TVT) mekanik stimulasyon için sistemik vibrasyon sinyalleri sağlayan yeni bir biyofiziksel modalitedir.

Newton'a göre her etkiye karşı aynı doğrultuda, fakat zıt yönde bir tepki oluşur. Elbette tekrarlı etkiler, aynı sıklıkta tekrarlı tepkilere neden olacaktır.

Bu tekrarlı etkiler şiddetli ise sarsıntı, daha hafif ise titreşim (vibrasyon) olarak adlandırılır. Bu titreşimlerin tedavide kullanımına "vibrasyon tedavisi" denir (1, 2).

1.1.Titreşim Kavramı ve Boyutları

Titreşim (vibrasyon), bir cismin dinlenik konumuna göre düzenli veya düzensiz olarak oluşturduğu periyodik hareketlerle meydana gelen mekanik salınımlar olarak tanımlanmaktadır. İnsan vücudunda titreşim vücutla temas eden bir araç ya da mekanizmanın periyodik hareketleriyle oluşmaktadır. Titreşim, genliği ve frekansı olan salınımlı bir hareket yapmaktadır. Bir cismin pozitif ve negatif yöndeki en büyük yer değiştirmesi olarak tanımlanan *titreşimin genliği* salınımın büyüklüğünü milimetre (mm) cinsinden belirlerken, birim zamanda tamamlanan titreşim sayısı olarak tanımlanan *titreşim frekansı* salınımın tek-

rarlama hızını Hertz (Hz) cinsinden belirlemektedir. Doğada bulunan her madde rezonans olarak adlandırılan kendi doğal frekansında titremektedir. Biyolojik dokular da doğadaki diğer maddelerden farklı değildir. Örneğin, iç organların ve omurganın 8 Hz, gözlerin 20 Hz ve kasların 7-15 Hz arasında bir rezonansa sahip oldukları belirtilmektedir.

Tüm vücut titreşimi, astronotların kas ve kemiklerine titreşim yolu ile lokal uyarı verme fikrinden yola çıkılarak geliştirilmiştir (2, 3).

Kaslara titreşim uygulandığında monosinaptik ve polisinaptik yolaklarda yeterli bir uyarım sağlandığı ve uyarı kesilinceye dek kaslarda kasılma ve gevşemenin oluştuğu görülmüştür. İlk olarak Rus bir antrenör olan Nasarov tarafından atletler üzerinde uygulanmıştır. Özellikle 2000'li yıllarla birlikte titreşimin bir egzersiz yöntemi olarak kullanıldığı çalışmaların popülerlik kazanmasıyla birlikte, herkesin ulaşabileceği titreşim uygulayabilen ticari sistemler de ortaya çıkmıştır (Resim 1).

İnsan vücudunun TVT'e yanıtı için 6 faktörün üzerinde durulmuştur. Bunlar:

1- Vibrasyonun yönü (vertikal, horizontal, sinüzoidal veya resiprokal olabilmektedir)
2- Frekans (Hz)
3- Amplitüd/genlik (mm)
4- İvme (m/sn)
5- Vücudun platform üzerindeki pozisyonu
6- Egzersiz süresi

Vibrasyonun Yönü: Titreşim uygulayan platformda titreşimin yönü vertikal olabildiği gibi platformun özelliğine göre horizontal, sinüzoidal ve resiprokal şeklinde de olabilmektedir.

Resim 1

Frekans: 1/zaman (Hz)

Birim zamandaki olma sayısı (sıklık)olarak ifade edilebilir. Normalde iç organlar 5-20 Hz arasında değişen bir vibrasyona sahiptirler. Bu nedenle bu frekanslarda uygulanan bir vibrasyon kemik, kıkırdak, sinovial sıvı, yumuşak dokular ve kaslar tarafından absorbe edilebilir. Zararı bilinmeyen fakat yararı da olmayan bu durum nedeniyle tedavi amaçlı kullanılan cihazlarda bu frekansların üzerinde uygulamalar yapılmaktadır. Genellikle **20-70 Hz** arası uygulamalar önerilmiştir. 70 Hz üzerinde uygulanan titreşimler de zarar verebilir. Akut veya kronik olarak yüksek frekansta ve şiddette titreşime maruz kalan bireylerde, özellikle işçilerde, bel ağrısı, epilepsi, serebrovasküler hastalıklar, kronik hemodinamik değişimler gibi sorunlar ortaya çıkabilmektedir. Uzun süreli titreşimin neden olduğu bu tehlikeli etkilerin nedenleri insan vücudunun tolere edebileceği rezonans alanlarıyla ilişkilidir.

Amplitüd:(mm)

Titreşim, dalgalanma ya da salınım gösteren bir nesnenin söz konusu hareketinin, ortalama hareket değerine oranla en üst değeri; özellikle herhangi bir dalga şeklinin maksimum değeridir. Dalga genliği, genlik olarak da ifade edilebilir. Genellikle her titreşim platformunda düşük ve büyük olmak üzere iki sabit uygulama şekli olarak vardır.

İvme: hız/zaman (m/sn)

İvme, birim zamandaki hız değişimidir. Yer çekim ivmesi (galileo) 1g: 9.81 m/sn

Pozisyon:

Pozisyon olarak ayakta dik durma (erekt) pozisyonu en sık uygulanan ve etkinliğinin daha fazla olduğu söylenen pozisyondur. Bunun dışında günümüzde fizik tedavi kliniklerinde ve egzersiz salonlarında uygulanan çok farklı pozisyonlar vardır. Kas kuvvetlendirme ve esneklik egzersizleri olarak çalıştırılmak istenen kaslara dönük özel pozisyonlarda tarif edilmiştir. En sık uygulanan pozisyonlara örnek olarak; çömelme, derin çömelme, geniş duruş çömelmesi, tek bacak çömelme, calves (ayak parmak uçlarında ve dizler hafif fleksiyonda ayakta durma), lunge (bir ayağı platforma koyarak hamle yapar tarzda) verilebilir.

Süre:

Tüm vücut titreşim egzersizleri aralıklı veya devamlı uygulamalar şeklinde yapılabilmektedir. Önerilen toplam uygulama süresi 2-20 dk arasındadır. Titreşim platformlarında genellikle 30 sn ve 60 sn uygulama sürelerini içeren iki seçenekli

Tablo 1. TVT'nin Kontrendikasyonları

Göreceli kontrendikasyonlar:	Mutlak kontrendikasyonlar:
Gebelik • Epilepsi • Safra taşları, Böbrek taşları, mesane taşları • Kalp yetmezliği • Kardiyak aritmiler • Kalp Hastalıkları (Post MI) • Metal veya sentetik implantlar (örneğin kalp pili, yapay kalp kapakçıkları, son stent veya beyin implantları) • Kronik sırt ağrısı (kırık, sinir hastalıkları veya spondiloz sonra) • Şiddetli Diabetes Mellitus • Tümörler (kas-iskelet sisteminde metastaz hariç) • Alt ekstremitede osteonekroz • Chondromalacia • Arteryel kan dolaşımı bozuklukları • Refleks sempatik distrofi 2 (RSD2) • Lenfatik ödem • Ameliyat sonrası yaralar • Akut Romatoid Artrit	• Akut inflamasyon, enfeksiyonlar ve / veya ateş • Akut artrit • Akut Migren • Taze (cerrahi) Yaralar • Omurganın İmplantları • Akut veya Kronik Derin Ven Trombozları veya diğer trombotik rahatsızlıkları • Akut disk ile ilgili sorunlar veya Kırıklar BMD <70mg/ml Şiddetli Osteoporoz • Refleks sempatik distrofi 1 (RSD1) • Tümörler (kas-iskelet sisteminde metastaz ile) • Vertigo veya Konumsal Baş dönmesi • Akut Miyokard İnfarktüsü

düğmeler vardır. Egzersiz seanslarında bu şekilde 30 veya 60 sn uygulama yapılıp, sonrasında 30 veya 60 sn dinlenme süresi verilir. Planlanan egzersiz programı bu şekilde ardışık olarak sürdürülür (2-4).

TVT'nin kontrendikasyonları mutlak ve göreceli olarak Tablo 1'de görülmektedir (4).

2. İNSAN VÜCUDUNUN TİTREŞİME VERDİĞİ YANITLAR

Titreşim kasa veya tendona uygulandığı zaman kasta refleks bir kasılma oluşur. Bu refleks kasılma tonik titreşim refleksi (TVR) olarak tanımlamaktadır.

Titreşim kasa veya tendona uygulandığı zaman TVR kademeli olarak artan istemsiz kasılmalar şeklinde ortaya çıkmaktadır. Titreşim uygulandıktan birkaç saniye sonra istemsiz kasılmalar başlamakta, kademeli olarak artmakta ve titreşim uygulaması sonlanana kadar kasılmalar hemen hemen sabit bir düzeyde devam etmektedir. Titreşim uygulaması sırasında oluşan bu motor tepki, kas iğciklerindeki primer sonlanmaların (Ia uçları) titreşimle birlikte aktivasyonlarının artmasından kaynaklanmaktadır. Bilindiği gibi kas iğcikleri merkezi sinir sistemine kasın boyuyla ilgili bilgi vermektedir. İskelet kasında normal kas fibrillerine ya da ekstrafüzal fibrillere paralel bir şekilde uzanan kas iğcikleri, intrafüzal fibriller olarak adlandırılan birkaç ince kas hücresinden oluşmaktadır.

Kas iğcikleri primer ve sekonder olmak üzere iki tür sinir sonlanmasına sahiptir. Kas uzunluğundaki dinamik değişimlere primer sonlanmalar yanıt verirken, sekonder sonlanmalar statik kas uzunluğuyla ilgili bilgiyi sürekli bir şekilde merkezi sinir sistemine iletmektedir. Ayrıca, kas iğcikleri gamma motor sinirler tarafından innerve edilmektedir ve gamma motor sinirler uyarıldığında kas iğciklerindeki intrafüzal fibrillerinin kasılmasını sağlamaktadır. Kas iğcikleri gerildiği zaman, duyusal bilgi omuriliğe ulaşarak kası uyaran alfa-motor sinirlerin aktivasyonunun artmasına neden olmakta ve kasta gerim refleksi olarak adlandırılan refleks bir kasılma oluşmaktadır.

Titreşim uygulamasıyla birlikte kas iğciklerindeki primer sonlanmaların aktivasyonu artmaktadır. Artan primer sonlanma aktivasyonunun kasta TVR'yi ya da tekrarlı gerim refleksini oluşturduğu ve bunların sonucunda kastaki kasılmaların arttığı belirtilmiştir. İnsan vücudunun titreşime verdiği yanıtlar titreşim-kas iğciği ve titreşim-motor ünite ilişkisi alt başlıklarında incelenecektir (5, 6).

2.1. Titreşim-Kas İğciği İlişkisi

Kasa veya tendona uygulanan titreşimin kas iğciklerinin aktivasyonuna olan etkisi uzun yıllardır araştırmacıların ilgisini çekmiştir ve çalışmalar kas iğciği aktivitesinin titreşim uygulamasıyla birlikte arttığını göstermiştir. Örneğin, Burke ve ark. (7) hem kasılmayan hem de izometrik olarak kasılan tibialis anterior, peroneus longus ve bre-

vis, ekstansör digitorum longus ve gastroknemius kaslarına 20-220 Hz frekans aralığında ve 1,5 mm genlikte uygulanan lokal titreşimin kas iğciği aktivitesini artırdığını belirlemişlerdir. Her iki çalışmada da, artan titreşim frekansıyla birlikte kas iğciği sonlanmalarının tepkisinin ve boşalım hızlarının da arttığı belirlenmiştir. Ayrıca, primer sonlanmaların sekonder sonlanmalara göre daha yüksek boşalım hızına sahip oldukları da belirlenmiştir. Benzer şekilde Ribot-Ciscar ve arkadaşları (5), ekstansör digitorum longus ve lateral peroneal kaslarının distal tendonlarına 30 saniye süreyle uygulanan titreşimin (80 Hz, 0,5 mm) tüm kas iğciği primer sonlanmalarının boşalım hızlarında bir artışa neden olduğunu tespit etmişlerdir.

2.2. Titreşim-Motor Ünite İlişkisi

Titreşim uygulamasıyla birlikte oluşan TVR ve artan kas iğciği aktivasyonunun, motor ünitelerin ateşleme ve boşalım hızlarında da bir artışa neden olduğu yapılan çalışmalarla ortaya konmuştur. Sabit frekans (150 Hz) ve genlikte (1,5 mm) triseps kasına uygulanan lokal tendon titreşiminin yorgunluğa ulaşmış kaslarda TVR ile birlikte, EMG aktivitesinde ve motor ünite ateşleme hızında bir artışa neden olduğu belirlenmiştir.

Benzer şekilde Griffin ve arkadaşları (8) maksimal istemli kasılmanın %20'sinde yapılan kasılmalar sonucu ortaya çıkan kas yorgunluğu sırasında periyodik olarak uygulanan (2 sn titreşim 10 sn ara) titreşimin motor ünite boşalım hızını artırdığını tespit etmişlerdir.

3. NÖROLOJİK HASTALIKLARDA TVT

TVT, tekrarlayan duyu-motor uyarıları ile çalışır ve serebral palsi (CP), multipl skleroz (MS), parkinson ve inmeli hastalarda kullanılmıştır.

MS'de; Denge, propriyosepsiyon, kuvvet, yaşam kalitesi,

Parkinsonda; Postural kontrol, yürüyüş, denge, propriyosepsiyon , yaşam kalitesi,

İnme hastalarında; Yürüyüş, denge, kuvvet, propriyosepsiyon,

CP'de; Kas tonusu, motor fonksiyon, denge ile ilgili fonksiyonlarda kullanılmıştır.

TVT kullanımı ile, artmış duyusal uyarı ve kas aktivasyonu oluşturmasının kombinasyonu ile, yürüyüş ve denge gibi nöromotor fonksiyonların kazanılmasına neden olabileceği düşünülmektedir (1).

Tüm vücut titreşim (TVT) tedavisi, son yıllarda denge çalışmalarında kullanımı artan bir uygulama olarak karşımıza çıkmaktadır. TVT'nin ayak taban afferentlerinin duyusal stimülasyonunu arttırarak ve kas gruplarının Ia ve II afferentlerini aktive ederek postural kontrolü sağladığı düşünülmektedir. Ayrıca TVT'nin, tonik vibrasyon refleksini aktive eden kas gerilimini oluşturarak proprioseptif fonksiyonu düzeltebildiği yönünde de bazı kanıtlar vardır (1, 4).

3.1. İnme Hastalarında, Denge Fonksiyonunda TVT'nin Kullanımı

İnme hastalarında, TVT'nin denge üzerine akut etkisini, uzun süreli etkisini ve oturma dengesi üzerine etkisini değerlendiren sınırlı sayıda çalışma olduğu görülmektedir (Tablo 2).

Çalışmalar, TVT'nin inme hastalarında, denge, yürüyüş ve mobiliteyi düzelttiğine dair yeterli kanıt olmadığını vurgulamaktadırlar (16-18).

TVT ile ilgili gelecek çalışmalar inme hastalarında; TVT'ye başlama zamanını, TVT'nin farklı stimülüs ve durasyon sürelerini karşılaştıran çalışmalara odaklanmalıdır.

3.2. Parkinson Hastalarında, Denge Fonksiyonunda TVT Kullanımı

Parkinson hastalarında, denge üzerine TVT'nin akut ve uzun süreli etkileri değerlendirmekte kullanıldığını görüyoruz.

Parkinson hastalarında denge için TVT kullanımı, limitli seviyelerde faydalı sonuçlar göstermiştir (Tablo 3).

Bu çalışmalarda, dozajın tek başına, TVT'nin etkisini arttırmakta yeterli olmadığı görülmektedir.

3.3. Serebral Palsi Hastalarında, Denge Fonksiyonunda TVT Kullanımı

CP'de, TVT'nin denge üzerine etkisini değerlendiren tek çalışma bulunmaktadır. El-Shamy (25)'nın çalışmasında, 30 spastik diplejik CP'li çocuklarda, 12-18 Hz frekansta TVT, fizik tedavi programı ile kombine edilmiş şekilde 3 ay, haftada 5 gün ve günde 1 saat uygulanmıştır. Sonuçta, bu çocuklarda TVT'nin denge fonksiyonunu düzeltebildiği tespit edilmiştir.

3.4. Multipl Skleroz Hastalarında, Denge Fonksiyonunda TVT Kullanımı

MS hastalarında, denge fonksiyonuna TVT'nin etkisini değerlendiren iki çalışma bulunmaktadır. Schuhfried ve arkadaşları (26), 12 MS hastasında, 2.0-4.4 Hz frekansta, 3-mm amplitüdde TVT'yi

Tablo 2. İnme Hastalarında TVT'nin Denge Üzerine Etkisini Araştıran Çalışmalar

Çalışmalar	Grup Sayısı		İnme Tipi	Rehabilitas-yona Başlama	TVT frekansı (Hz)	TVT amplitüd (mm)	Uygulama Süresi	Vibrasyon tipi
	Araştırma		Kontrol					
Brogardh et al. 20129	31(16/15)		Infarction (14/2) Hemorrhage (13/2)	33.1±29.2 ay	25/25	3.75/0.2	Haftada 2/6 hafta	Vertikal
Chan et al. 201210	30(15/15)		Ischemic (10/5) Haemorrhagic (5/10)	38.87±38.22ay	12/0	4/0	1 seans	Vertikal
Ekaterina et al. 201311	13(6/7)		Ischemic (6/1) Hemorrhagic (5/3)	7.71±8.6 yıl	40 /0	2, 5/0	Haftada 3/ 6 hafta	Vertikal
Pedro et al. 201312	20(11/9)		Ischemic (10/7) Hemorrhagic (11/9)	4.3±3.0 yıl	5-21/0	4-6/0	Haftada 2/8-12 hafta	Oscillating
Tekla et al. 201013	20(10/10)		Açık değil	28.1±8.5 gün	20/0	Açık değil	Haftada 3/ 4 hafta	Vertikal
Tekla et al. 200714	16(8/8)		Açık değil	27.2±10.4 gün	20/0	5/0	1 seans	Vertikal
Ilse et al. 200615	53(27/26)		Ischemic (16/11) Hemorrhagic (22/4)	34.2±11.1 gün	30/0	3/0	Haftada 5/6 hafta	Oscillating

Tablo 3. Parkinson Hastalarında TVT'nin Denge Üzerine Etkilerini Gösteren Çalışmalar

Çalışma	Çalışma tipi	Grup	Amplitüd	Frekans	Uygulama sayısı	Toplam Doz
Arias et al. 200919	Çift kör, rando-mize plasebo kontrollü	21 hasta Ort yaş-66.7 yıl Kadın-9	7-14 mm	25 Hz	12	60 dk
Chouza et al. 201120	Tek kör, rando-mize plasebo kontrollü	48 hasta	13 mm	3, 6, 9 Hz	1	5 dk
Ebersbach 200821	Tek kör, rando-mize	27 hasta Ort yaş-73.8 yıl Kadın-7	7-14 mm	25 Hz	3	90 dk
Hass et al. 200622	Tek kör, randomi-ze crossover	68 hasta Ort yaş-65.0 yıl Kadın-15	NR	6 Hz	1	5 dk
Kaut et al. 201123	Çift kör, rando-mize	36 hasta Ort yaş-69.4 yıl Kadın- 7	NR	6,5 Hz	15	75 dk
Turbanski 200724	Tek kör, rando-mize	52 hasta Ort yaş-69.1 yıl Kadın- 14	3 mm	6 Hz	1	5 dk

3 kez uygulamışlar ve dengede akut düzelmeler tespit etmişlerdir. İkinci çalışma, Schyns ve arkadaşlarının (27), 16 MS hastasında yaptıkları çalışmadır. 30-50 Hz frekanstaki TVT'yi, 4 hafta, haftada 3 gün uygulamışlar ve konvensiyonel tedavi ile karşılaştırmışlardır. Düşük metodolojideki bu çalışmada, her iki tedavi metodu benzer etkileri göstermiştir.

4. SONUÇ

Nörolojik hastalıklarda, TVT'nin denge yetisi üzerine etkisini araştıran kanıt değeri yüksek daha fazla sayıda çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca, TVT'nin denge yetisi üzerindeki uzun dönem etkileri ve düşmelerin ve düşme ilişkili yaralanmaların önlenmesindeki potansiyel kullanımı ile ilgili ileri araştırmalar gerekmektedir.

5. KAYNAKLAR

1. Orr R. (2015) The effect of whole body vibration exposure on balance and functional mobility in older adults: a systematic review and meta-analysis. Maturitas, 80(4), 342-58.
2. Demirel N. (2009) Menopoz öncesi bayanlarda tüm vücut titreşim antrenmanının yaşlanmanın geciktirilmesi üzerine etkisinin incelenmesi. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitim ve Spor Anabilim Dalı, İstanbul..
3. Sucuoğlu H.(2013) Postmenopozal kadınlarda tüm vücut titreşiminin denge üzerine etkisinin postürografi ve denge testleri ile değerlendirilmesi. Uzmanlık Tezi, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Ana Bilim Dalı, İstanbul.
4. http://www.bcvibranthealth.com/whole-body-vibration/contraindications.php
5. Ribot-Ciscar E, Rossi-Durand C, Roll JP. (1998) Muscle spindle activity following muscle tendon vibration in man. Neurosci Lett, 24,258(3),147-50.
6. Regueme SC, Barthèlemy J, Gauthier GM, Nicol C. (2007) Changes in illusory ankle movements induced by tendon vibrations during the delayed recovery phase of stretch-shortening cycle fatigue: an indirect study of muscle spindle sensitivity modifications. Brain Res, 14,1185,129-35.
7. Burke TR, Peluso W. (1976) An instrument for measuring directional movement speed under different environmental stimulus conditions. Res Q, 47(3),520-3.
8. Griffin L, Garland SJ, Ivanova T, Gossen ER. (2001) Muscle vibration sustains motor unit firing rate during submaximal isometric fatigue in humans. J Physiol, 15,535(Pt 3),929-36.
9. Brogardh C, Flansbjer UB and Lexell J. (2012) No specific effect of whole-body vibration training in chronic stroke: a double-blind randomized controlled study. Arch Phys Med Rehabil, 93, 253–258.
10. Chan KS, Liu CW, Chen TW, Weng MC, Huang MH, Chen CH.(2012) Effects of a single session of whole body vibration on ankle plantarflexion spasticity and gait performance in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. Clin Rehabil, 26, 1087–1095.
11. Tankisheva E, Bogaerts A, Boonen S, Feys H, Verschueren SMP. (2014) Effects of intensive whole body vibration training on muscle strength and balance in adults with chronic stroke: A randomized controlled pilot study. Arch Phys Med Rehabil, 95,439-446.
12. Marin PJ, Ferrero CM, Menendez H, Martin J, Herrero AJ. (2013) Effects of whole-body vibration on muscle architecture, muscle strength, and balance in stroke patients: A randomized controlled trial. Am J Phys Med Rehabil, 92, 881-888.
13. Tihanyi J, Di Giminiani R, Tihanyi T, Gyulai G, Trzaskoma L, Horvath M.(2010) Low resonance frequency vibration affects strength of paretic and non-paretic leg differently in patients with stroke. Acta Physiol Hung, 97, 172–182.
14. Tihanyi TK, Horvath M, Fazekas G, Hortobagyi T, Tihanyi J.(2007) One session of whole body vibration increases voluntary muscle strength transiently in patients with stroke. Clin Rehabil, 21, 782–793.
15. van Nes IJ, Latour H, Schils F, Meijer R, van Kuijk A, Geurts AC.(2006) Long-term effects of 6-week whole-body vibration on balance recovery and activities of daily living in the postacute phase of stroke: a randomized, controlled trial. Stroke, 37,2331–2335.
16. Yang X, Wang P, Liu C, He C, Reinhardt JD. (2014) The effect of whole body vibration on balance, gait performance and mobility in people with stroke: A systematic review and meta-analysis. Clin Rehabil, 13.
17. Choi SJ, Shin WS, Oh BK, Shim JK, Bang DH. (2014) Effect of training with whole body vibration on the sitting balance of stroke patients. J Phys Ther Sci, 26(9),1411-4.
18. Mullie Y, Duclos C. (2014) Role of proprioceptive information to control balance during gait in healthy and hemiparetic individuals. Gait Posture, 40(4),610-5.
19. Arias P, Chouza M, Vivas J, Cudeiro J. (2009) Effect of whole body vibration in Parkinson's disease: a controlled study. Mov Disord, 24,891-8.
20. Chouza M, Arias P, Viñas S, Cudeiro J. (2011) Acute Effects of Whole-Body Vibration at 3, 6, and 9 Hz on Balance and Gait in Patients with Parkinson's Disease. Mov Disord, 26,920-1.
21. Ebersbach G, Edler D, Kaufhold O, Wissel J. (2008) Whole body vibration versus conventional physiotherapy to improve balance and gait in Parkinson's disease. Arch Phys Med Rehabil, 89,399-403.
22. Haas CT, Turbanski S, Kessler K, Schmidtbleicher D. (2006) The effects of random whole-body-vibration on motor symptoms in Parkinson's disease. NeuroRehabilitation, 21,29-36.
23. Kaut O, Allert N, Coch C, Paus S, Grzeska A, Minnerop M, et al. (2011) Stochastic resonance therapy in Parkinson's disease. NeuroRehabilitation, 28,353-8.
24. Turbanski S, Haas CT, Schmidtbleicher D, Friedrich A, Duisberg P. (2005) Effects of random whole-body vibration on postural control in Parkinson's disease. Res Sports Med, 13,243-56.
25. El-Shamy SM.(2014) Effect of whole-body vibration on muscle strength and balance in diplegic cerebral palsy: a randomized controlled trial. Am J Phys Med Rehabil, 93(2),114-21.
26. Schuhfried O, Mittermaier C, Jovanovic T, Pieber K, Paternostro-Sluga T. (2005) Effects of whole-body vibration in patients with multiple sclerosis: a pilot study. Clin Rehabil, 19(8),834-42.
27. Schyns F, Paul L, Finlay K, Ferguson C, Noble E. (2009) Vibration therapy in multiple sclerosis: a pilot study exploring its effects on tone, muscle force, sensation and functional performance. Clin Rehabil, 23(9),771-81.

Nörolojik Müzik Terapi

Doç Dr Sevil BİLGİN
Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
e-mail: sevil.bilgin@hacettepe.edu.tr

ÖZET

Nörolojik Müzik Terapi, nörolojik hastalıklarda müziğin nörobilim temellerine dayalı terapatik kullanımı olarak tanımlanmaktadır. Postür, yürüyüş, denge, üst ve alt ekstremite hareket problemleri ile birlikte kognitif, konuşma ve dil problemleri gibi çok geniş kullanım alanı bulunmaktadır. Nörolojik müzik terapinin temelinde "ritim" yatmaktadır. Bu ritmik ipuçlarının kullanımı motor öğrenme sürecini hızlandırarak motor performansı artırmaktadır. Bu bölümde özellikle yürüyüş-denge-postür ve üst-alt ekstremite problemlerine yönelik nörolojik müzik terapinin temeli ve kullanılan tekniklerden bahsedilmiştir.

Anahtar kelimeler: Müzik terapi, ritmik, müzik, postüral denge, yürüyüş

ABSTRACT

Neurologic Music Therapy is defined as the therapeutic application of music based on basic neuroscience to neurologic disease. There is a very wide range of applications such as posture, gait, balance, upper and lower limb movement problems with cognitive, speech and language problems. The basis of Neurologic music therapy has "rhythm". The use of this rhythmical cues enhance motor learning process and motor performance. This section especially reviews neurologic music therapy and its treatment techniques to walk-balance-posture and upper-lower limb problems.

Key words: Music Therapy, rhythmic, music, postural balance, gait

1. GİRİŞ

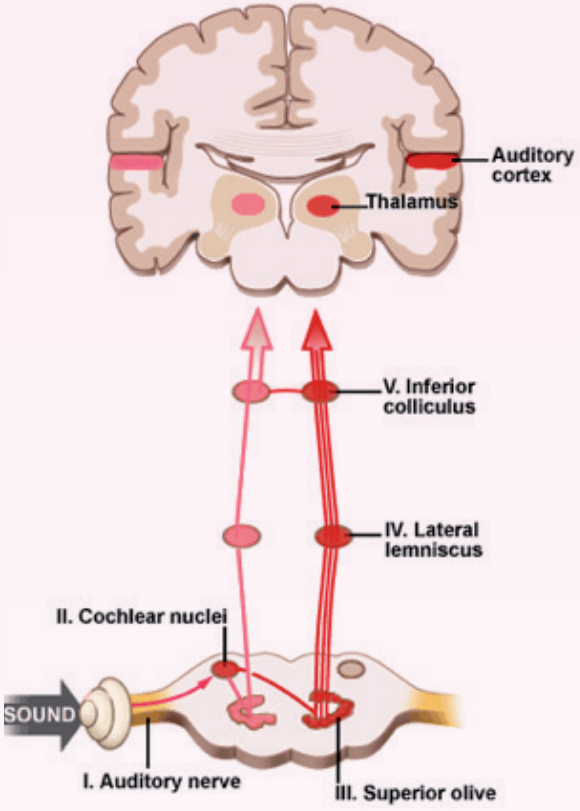
Müzik terapi, her yaştan bireylerin fiziksel, duygusal, bilişsel ve sosyal ihtiyaçlarını karşılamak için müziği kullanan bir uzmanlık dalıdır. Yaşlı popülasyonda demansın etkisini en aza indirmek, çocuk ve yetişkin bireylerde astım ataklarını azaltmak, hastane döneminde hastalarda ağrıyı azaltmak, otizmli çocuklarda iletişim becerisini geliştirmek, prematüre infantların uyku paternini geliştirmek ve vücut ağırlığını artırmak, parkinsonlu hastalarda ise motor fonksiyonu geliştirmek gibi çok kapsamlı görev alanı bulunmaktadır.

Nörolojik Müzik Terapi ise 1990 yılından itibaren müziğin nörobilim temellerine göre kullanımına dayalı olarak kurulmuştur (1). Bir çok nörolojik hastalıkta duyu-motor, kognitif, dil ve konuşma problemlerine yönelik fonksiyonel düzeyi artıracak yönde etkin bir tedavi seçeneği olarak kullanılmaktadır. Nörolojik müzik terapinin temelinde "ritim" yatmaktadır. Müzik ve ritim, hareketi kolaylaştırmak için ek bir yol olarak kullanılmakta ve böylece hastaların uzun süreli eğitimleri daha etkin ve daha eğlenceli hale getirilmektedir.

2. RİTİM VE TERAPİ

Araştırmacılar yirmi yıl önce insan beyninde müziğin nöral mekanizmalarını araştırmaya başlamışlar ve bu araştırmaların primer odak noktası olarak müziğin en önemli yapı taşlarından biri olan "ritim" üzerinde durmuşlardır (2). Ritim ile ilgili yapılan nörobiyolojik çalışmalar müziğin sosyal ve kültürel alanlar dışında rehabilitasyon ve hareket alanında da yeni bir rolünün kurulmasına yardım etmiştir (3).

Müzik ve hareket arasında yakın ilişki tanımlanmasına rağmen bu düşünce emosyonel, motivasyonel ve sanatsal olarak "ifade ve estetik" ile sınırlandırılmıştır. Bu zayıf anlaşılmaya rağmen motor sistem ile işitsel ritim arasında zengin bir fizyolojik temel bulunmaktadır (4). Paltsev ve Elner (1967), Rossignol ve Melvill (1976) ve Ermo-



Resim 1. İşitsel yol (http://www.neuroreille.com/promenade/english/audiometry/ex_ptw/explo_ptw.htm)

laeva ve Borgest (1980) beyinde işitsel ve motor alanlar arasındaki zengin bağlantıya ilk ışık tutan araştırmacılar arasındadırlar. Bu araştırmacılar işitsel ritmik uyarıların hareketin başlatılmasında ve zamanlamasında önemli role sahip olduğunu vurgulamışlardır (5-7).

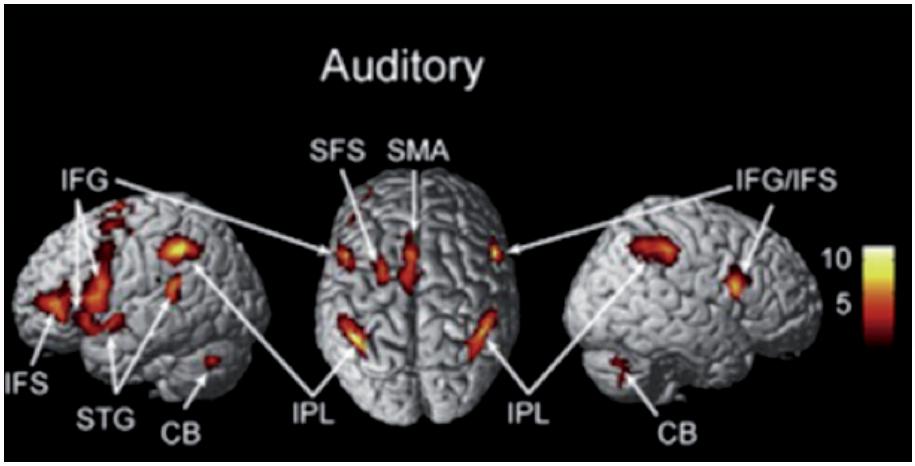
Müzikal ritim ve hareket arasındaki bu zengin ilişki beyin sapı düzeyinde retikülo-spinal bağlantı ile işitsel-spinal yolun varlığı gösterilerek kanıtlanmıştır. Rossignol ve arkadaşı işitsel-spinal yol ile motor cevapların zamanlamasında ve başlatılmasında artışı ispat etmiştir (6).

İşitsel yolun en önemli nükleusu olan inferior colliculus, talamus ile bağlantısı nedeniyle işitsel bilginin kaynağıdır (resim 1). Ancak müzikal ritim sadece bu belirtilen bağlantıda gerçekleşmemektedir. Yapılan beyin görüntüleme çalışmalarında ritmin algılanması ile beyinde bazı alanların aktivasyonunun arttığı gösterilmiştir. Bu çalışmaların birçoğu ritmin algılanması sırasında frontal korteks (inferior ve superior frontal gyrus), serebellum, bilateral inferior parietal lob, suplementar motor alan, presuplemantal motor alan, caudat nükleus ve talamusda önemli aktivasyonların ortaya çıktığını göstermişlerdir (resim 2) (8-11).

Bu bölgelerin hepsi aslında motor fonksiyonla ilişkilidir ve işitsel uyarı ile bu bölgelerin fonksiyonu artmaktadır. Ritmin algılanmasında insan beyni "üst-tipik-motor sistem'' oluşturmakta ve bu ritim bilgisi motor sistemde vücut hareketleri hakkındaki bilgi gibi temsil edilmektedir.

2.1 Fizyolojik sürüklenme (senkronizasyon)

Nörolojik müzik terapinin diğer bir mekanizması olarak bilinen senkronizasyon veya fizyolojik sürüklenme, genel bir ifade olup fizyolojik ve biyolojik sistemi ilgilendirmektedir. Bir sistemin hareket veya uyarılma frekansı diğer bir sistemin frekansını etkileyerek değiştirebilir. Nörolojik müzik terapide ise işitsel ritmik ipuçları tarafından aktif hale gelen nöronlar fizyolojik sürüklenme ile motor nöronların ateşlenme paternini de başlatmaktadır (12). Böylece işitsel sistem motor sisteme hareket için bir "ön hazırlık" durumunu öğretmekte bu ön bilgi hareketin uzaydaki kontrolü ve kas aktivasyon paternlerinin artışı dışında hareketin zamanlamasına da katkı sağlamaktadır. İşitsel ritmik ipuçları ile beynin iç kronometresine



Resim 2. Ritmik sesin algılanması sırasında beynin reorganizasyonu (N. Konoike et al. Neuroimage, 63, (2012)) CB:serebellum, SMA: Suplementar motor alan, IPL: inferior parietal lob, IFG: İnferior frontal gyrus,

ek bir kronometre eklenerek hareketin kalitesi artırılmaktadır.

2.2 En iyi algılanan ritimler

Müzikal ritim algılaması ile hareket, günlük yaşantımızda sıklıkla karşılaştığımız durumlardır. Ayak ve el parmakları ile yapılan vuruşlar müzikal ritim ile birlikte spontan olarak oluşur. Bu spontan hareketlerin oluşmasında ritmin algılanması oldukça önemlidir. Ritimler algılandığı zaman insanlar senkronize hareket etmeye başlarlar (13).

Müzikal eserlerde ölçüler, Basit, Birleşik ve Karma olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır. "Basit ölçüler adının başındaki ''basit'' vurgulamasına da uygun bir ''yalınlık'' içinde ''her atımın bir vuruş kabul edildiği ölçü'' demektir." "Bu tanıma göre, her atımı bir vuruş kabul edilen 2/4 lük, 3/4 lük, 4/4 lük gibi ölçüler Basit Ölçü grubuna girmektedir." "Birleşik ölçü ise atımların söz konusu algılamayı yaratacak biçimde üçer üçer kümelenmesi, yani birleştirilmesidir." "6/8 lik, 9/8 lik ve 12/8 lik gibi ölçüler ''üçerli birleşik'' ölçüler arasındadır." "Karma ölçüler ise" her iki ölçü tipinin karması '' olarak ifade edilmektedir"(14).

Basit ritimler olan 2/4 veya 4/4 'lük ölçülerde vuruşlar arası süre 440-1080ms olması insanın vuruşları algılaması açısından önemlidir. Ayrıca basit ritimde daha göze çarpan veya belirgin oranlarda vuruşlar oluşmaktadır. Birleşik ritimlerde ise bu süre 220-270ms kadar kısalır. Bu nedenle hareketin ortaya çıkmasında ritmin algılanması durumunda basit ritimler birleşik ritimlere göre daha fazla kullanılmaktadır (15). Basit ritimler kompleks ritimlerle karşılaştırıldığında ise bazal gangliyonlar, serebellum, pre-suplementar ve suplementar alanlarda daha fazla aktivasyon oluştuğu görülmektedir (16).

3. NEDEN SES?

İşitsel reaksiyon zamanı, en hızlı reaksiyon zamanıdır. Görsel uyarıda bu 180-200 ms iken işitsel uyarıda 140-160 msn' dir. İşitsel uyarılar görsel uyarılara göre beyine daha hızlı ulaşıp hızlı olarak işlenir ve bu nedenle hızlı reaksiyon zamanı ve hızlı motor hareket oluştururlar (17, 18).

4. NÖROLOJİK MÜZİK TERAPİ TEKNİKLERİ

Eksternal ritmik ipuçları motor öğrenme sürecinin bir parçasıdır. Beyinde hemen önemli etkiler ortaya çıkardığı için de motor öğrenmenin ilk fazına uymaktadır. Ritmik uyarılar nörolojik müzik terapi tekniklerinin temelini oluşturmaktadır. Hastada var olan probleme özgü seçilen teknikler motor öğrenmeyi geliştirirken motor performansı artırmaktadır.

4.1 Ritmik İşitsel Uyarı (Rhythmic Auditory Stimulation)

Ritmik işitsel uyarı (RİU) Stroke ve Parkinson gibi çeşitli nörolojik hastalıklarda denge ve yürüyüş rehabilitasyonunda kullanılan bir yöntemdir (19). RİU için en kolay yol metronom kullanımıdır. Öncelikle hastanın dakikadaki adım sayısı hesaplanır daha sonra bu adım sayısına yakın bir metronom hızı belirlenir. Yapılan çalışmalarda hastaya özel bulunan adım frekansının %10 artışı ile eğitim vermenin daha etkili sonuçlar ortaya çıkardığı belirtilmiştir (20). Thaut ve arkadaşları 10 hemiparetik stroke hastasını 6 hafta günde 2 kez RİU eğitimine almışlardır. Stroke sonrası yürüyüş hızının azalması, non-paretik tarafta yürüyüş süresinin artması, paratik tarafta azalan adım uzunluğu, ekstremiteler arası zamanlama problemi ve koordinasyon paterninde bozulmalar meydana gelmektedir. Çalışma sonunda hastalarda yürüyüş hızında ve adım uzunluğunda gelişme görülmüştür. Bu eğitimden sonra göze çarpan en önemli şey ise sallanma fazındaki simetrinin büyük oranlarda düzeldiğidir. Asimetri stroke hastalarında büyük bir sorun olduğu için gelişen simetri daha normal bir yürüyüş paternine, daha yüksek yürüyüş hızına ve adımlardaki zamanlamada gelişmeye neden olmuştur (21).

Ford ve arkadaşları stroke hastalarında yaptıkları RİU eğitiminin alt ekstremite hareketlerini geliştirirken kol hareketlerinde de artış meydana getirdiğini bulmuşlardır. Kol hareketlerinin artmasının daha büyük torakal ve pelvik rotasyona bunun da yürüyüş hızı ve koordinasyonun gelişmesine neden olduğunu belirtmişlerdir (22).

Parkinson hastalarında yapılan çalışmalarda ise işitsel ipuçların donma fenomenini oldukça azalttığı, kişinin normal yürüyüşüne uygun bir frekansta veya bu frekansın üzerindeki bir metronom hızında yürütmenin düşme riskini azalttığı gösterilmiştir (23-28).

4.2 Bütünleyici Duyusal İyileştirme (Patterned Sensory Enhancement-PSE)

Bütünleyici duyusal iyileştirme, Micheal Thaut tarafından 2005 yılında duyusal-motor rehabilitasyon için tanımlanmıştır (29). Burada kullanılan ipuçları sadece ritmik değil aynı zamanda hareketin gücü ve uzaysal yönü hakkında da ek bilgi sağlamaktadır. Beyin bu bilgiyi hareketi planla-

ma, koordine etme ve uygulamada kullanmaktadır. Bu eğitimde müziğin ritmik-dinamik ve harmonik yönü kullanılmaktadır. Artan bir melodi yukarı hareket eden kol ve bacakla ilişkilendirilirken, azalan bir melodik yapı aşağı yönde harekete eşlik edebilir. Yüksek ses seviyesi bir kas artışını ve gerilimini yansıtırken ses yüksekliği seviyesinde bir azalma kasları gevşetir. Kısa, kesik kesik artikülasyon hızlı hareketi gösterirken doğrusal melodik çizgi pürüzsüz, akıcı hareketi gösterir. Bu eğitimde beynin daha fazla alanı uyarılarak kortikal plastisitenin artışı sağlanmaktadır.

Myung Sun, stroke hastalarında bütünleyici duyusal iyileştirme ile yapılan üst ekstremite egzersiz programı ile üst ekstremite fonksiyonlarının arttığı ve buna bağlı depresyon seviyelerinin azaldığını belirtmiştir (30). Hamburg ve Clair 14 haftalık Bütünleyici duyusal iyileştirme programı ile denge, yürüme hızı ve fonksiyonel seviyede önemli ölçüde gelişmeler göstermişlerdir. Araştırmacılar bu programın temel prensibinin fonksiyonel hareketi öğrenmeyi fasilite etmek olduğunu savunmuşlardır (31).

4.3 Terapatik Enstrümental Müzik Performansı (Therapeutic Instrumental Music Performance (TIMP)

Terapatik enstrümental müzik performansı (TEMP), bir müzik aletini oyun yoluyla kullanarak güç, hareket sınırı, endurans, motor kontrol ve beceri gibi kaba veya ince motor becerileri geliştirmek için fonksiyonel hareket paternlerini fasilite etmektedir. Hasta bireyler işitsel stimulus ile enstrümana her vuruşta tekrarlı hareketlerin oluşması sağlanmaktadır. Müzik aletleri stratejik olarak "hareketin rengi, enduransı, gücü, ekstremite koordinasyonu ve fonksiyonel el hareketine" dikkat çekecek şekilde kullanılmaktadır. Hastanın problemine yönelik belirlenen fonksiyonel terapatik egzersizler fonksiyonel terapatik müzikal egzersizlerin içersine aktarılmaktadır (32).

TEMP, nörolojik müzik terapinin diğer iki tekniği olan ritmik işitsel uyarı ve bütünleyici duyusal iyileştirme ile birlikte kullanımını içermektedir. Kullanılan tüm egzersizler kişinin günlük yaşam aktivitelerine özel anlamlı egzersizler olmalıdır. Müzik terapist kişinin özrüne ve motor ihtiyacına göre uygun müzik aletlerini ve işitsel ipuçlarını seçmektedir.

Bir müzik aleti kullanmak kişiye hem işitsel hem de dokunsal bir feedback sağlayacaktır. Enstrümanla direkt temas kurulduğu için görsel sistem de aktif çalışacaktır. Böylece bir müzik aleti çalma motor öğrenme için gereken "algı-hareket" nöral ağını kuvvetlendirecektir (33).

Jeehyun Yoo, stroke hastalarında TEMP eğitiminin fonksiyonel üst ekstremite hareketleri üzerine etkisini incelemiş ve hastaların üst ekstremite fonksiyonlarında önemli gelişmeler görülmüş ve TEMP eğitiminin, stroke hastalarının üst ekstremite rehabilitasyonunda ek bir tedavi seçeneği olarak kullanılabileceği belirtilmiştir (34).

5. SONUÇ

Nörolojik Müzik Terapi, insan sinir siteminin disfonksiyonuna bağlı gelişen duyu-motor ve kognitif problemlerde kullanılan kanıt değeri yüksek bir klinik yaklaşımdır. Temelinde müziğin algılanması ve insan beyninde oluşturduğu değişiklikler yatmaktadır. Ritimli müzik dinlediğimizde motor-premotor kortikal alanlar aktive olmaktadır. Bu alanlar ayrıca motor hareketler için bilinen hazırlık alanlarıdır. Ritmin algılanması bu alanların aktivasyonunu artırmaktadır. Bu algılama otomatik olarak motor davranışın hazırlanmasında kullanılan ön hazırlık mekanizmalarını da kuvvetlendirmektedir. Kullanılan nörolojik müzik terapi tekniklerinin temeli bilimsel araştırmalara dayanmakta ve fonksiyonel terapatik amaçlara hizmet etmektedirler. Müzik terapi, motor öğrenme sürecini hızlandırıp kortikal plastisiteyi desteklemektedir.

6. TEŞEKKÜR

Nörolojik Müzik Terapi konusunu hazırlarken müzik bilgisi ile bana destek veren Dr. Fzt. Aynur Demirel'e teşekkür ederim.

7. KAYNAKLAR

1. Yoo, J. (2009). The role of therapeutic instrumental music performance in hemiparetic arm rehabilitation. *Music Therapy Perspectives*, *27*(1), 16-24.
2. Thaut, M. H., McIntosh, K. W., McIntosh, G. C., & Hoemberg, V. (2001). Auditory rhythmicity enhances movement and speech motor control in patients with Parkinson's disease. *Functional neurology*, *16*(2), 163-172.
3. Thaut, M. H. (2003). Neural basis of rhythmic timing networks in the human brain. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *999*(1), 364-373.
4. Thaut, M. H., & Abiru, M. (2010). Rhythmic auditory stimulation in rehabilitation of movement disorders: a review of current research.
5. Paltsev, Y. I., & Elner, A. M. (1967). Change in functional state of segmental apparatus of spinal cord under influence of sound stimuli and its role in voluntary movement. *Biophysics-Ussr*, *12*(6), 1219.
6. Rossignol, S., Melvill, J.G.(1976). Audio-spinal influences in man studied by the H-reflex and its possible role in rhythmic movement synchronization to sound. Electroencephalography and clinical neurophysiology, 41,83-92.

7. Ermolaeva, V. Y., & Borgest, A. N. (1980). Intercortical connections of the auditory areas with the motor area. *Neuroscience and behavioral physiology*, *10*(3), 210-215.
8. Konoike, N., Kotozaki, Y., Miyachi, S., Miyauchi, C. M., Yomogida, Y., Akimoto, Y., ... & Nakamura, K. (2012). Rhythm information represented in the fronto-parieto-cerebellar motor system. *Neuroimage*, *63*(1), 328-338.
9. Molinari, M., Leggio, M. G., & Thaut, M. H. (2007). The cerebellum and neural networks for rhythmic sensorimotor synchronization in the human brain. *The Cerebellum*, *6*(1), 18-23.
10. Grahn, J. A., Parkinson, J. A., & Owen, A. M. (2009). The role of the basal ganglia in learning and memory: neuropsychological studies. *Behavioural brain research*, *199*(1), 53-60.
11. Jerde, T. A., Childs, S. K., Handy, S. T., Nagode, J. C., & Pardo, J. V. (2011). Dissociable systems of working memory for rhythm and melody. *Neuroimage*, *57*(4), 1572-1579.
12. Thaut, M. H., Kenyon, G. P., Schauer, M. L., & McIntosh, G. C. (1999). The connection between rhythmicity and brain function. *Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE*, *18*(2), 101-108.
13. Thaut, M. H., Trimarchi, P. D., & Parsons, L. M. (2014). Human brain basis of musical rhythm perception: Common and distinct neural substrates for meter, tempo, and pattern. *Brain sciences*, *4*(2), 428-452.
14. Atalay, A. (2009). Müzik Eğitiminde Ölçü Gruplamaları ve TanımlamalarınaYeni Bir Bakış. *Ulusal Müzik Eğitimi Sempozyumu Bildiri Kitabı*, 328-338.
15. Grahn, J. A., & Brett, M. (2009). Impairment of beat-based rhythm discrimination in Parkinson's disease. *Cortex*, *45*(1), 54-61.
16. Grahn, J. A., Parkinson, J. A., & Owen, A. M. (2009). The role of the basal ganglia in learning and memory: neuropsychological studies. *Behavioural brain research*, *199*(1), 53-60.
17. Shelton, J., & Kumar, G. P. (2010). Comparison between auditory and visual simple reaction times. *Neuroscience & Medicine*, *1*(01), 30.
18. Thaut, M. H., & Kenyon, G. P. (2003). Rapid motor adaptations to subliminal frequency shifts during syncopated rhythmic sensorimotor synchronization. *Human movement science*, *22*(3), 321-338.
19. Thaut, M. H., Leins, A. K., Rice, R. R., Argstatter, H., Kenyon, G. P., McIntosh, G. C., ... & Fetter, M. (2007). Rhythmic auditor y stimulation improves gait more than NDT/Bobath training in near-ambulatory patients early poststroke: a single-blind, randomized trial. *Neurorehabilitation and neural repair*, *21*(5), 455-459.
20. Roerdink, M., Bank, P. J., Peper, C. L. E., & Beek, P. J. (2011). Walking to the beat of different drums: Practical implications for the use of acoustic rhythms in gait rehabilitation. *Gait & posture*, *33*(4), 690-694.
21. Thaut, M. H., McIntosh, G. C., & Rice, R. R. (1997). Rhythmic facilitation of gait training in hemiparetic stroke rehabilitation. *Journal of the neurological sciences*, *151*(2), 207-212.
22. Ford, M. P., Wagenaar, R. C., & Newell, K. M. (2007). The effects of auditory rhythms and instruction on walking patterns in individuals post stroke. *Gait & posture*, *26*(1), 150-155.
23. Thaut, M. H., McIntosh, G. C., Rice, R. R., Miller, R. A., Rathbun, J., & Brault, J. M. (1996). Rhythmic auditory stimulation in gait training for Parkinson's disease patients. *Movement disorders*, *11*(2), 193-200.
24. Arias, P., & Cudeiro, J. (2010). Effect of rhythmic auditory stimulation on gait in Parkinsonian patients with and without freezing of gait. *PLoS One*, *5*(3), e9675.
25. Lim, I. V., Van Wegen, E., De Goede, C., Deutekom, M., Nieuwboer, A., Willems, A., ... & Kwakkel, G. (2005). Effects of external rhythmical cueing on gait in patients with Parkinson's disease: a systematic review. *Clinical rehabilitation*, *19*(7), 695-713.
26. Rochester, L., Baker, K., Hetherington, V., Jones, D., Willems, A. M., Kwakkel, G., ... & Nieuwboer, A. (2010). Evidence for motor learning in Parkinson's disease: acquisition, automaticity and retention of cued gait performance after training with external rhythmical cues. *Brain research*, *1319*, 103-111.
27. Rochester, L., Hetherington, V., Jones, D., Nieuwboer, A., Willems, A. M., Kwakkel, G., & Van Wegen, E. (2005). The effect of external rhythmic cues (auditory and visual) on walking during a functional task in homes of people with Parkinson's disease. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, *86*(5), 999-1006.
28. Arias, P., & Cudeiro, J. (2008). Effects of rhythmic sensory stimulation (auditory, visual) on gait in Parkinson's disease patients. *Experimental Brain Research*, *186*(4), 589-601.
29. Thaut, M. (2005). Rhythm, Music and the Brain. New York and London: Routledge
30. Hong, M. S. (2011). The development and effects of an upper extremity exercise program based on patterned sensory enhancement for home-bound stroke patients. *Journal of Korean Academy of Community Health Nursing*, *22*(2), 192-203.
31. Hamburg, J., & Clair, A. A. (2003). The effects of a movement with music program on measures of balance and gait speed in healthy older adults. *Journal of Music Therapy*, *40*(3), 212-226.
32. Thaut, M. H. (2005). Rhythm, music, and the brahl: Scientific Foundation and clinical applications. Routledge, Taylor and Francis: New York, London.
33. Lim, H. A., Miller, K., & Fabian, C. (2011). The effects of therapeutic instrumental music performance on endurance level, self-perceived fatigue level, and self-perceived exertion of inpatients in physical rehabilitation. *Journal of music therapy*, *48*(2), 124-148.
34. Yoo, J. (2009). The role of therapeutic instrumental music performance in hemiparetic arm rehabilitation. *Music Therapy Perspectives*, *27*(1), 16-24.

Fizyoterapistler İçin Terapatik Tai Chi Chuan

Yrd Doç Dr Özge Çakır
Uluslararası Kıbrıs Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Lefkoşa, KKTC
e-mail: ozgecakirpt@hotmail.com

ÖZET

Tai Chi Chuan (TCC), kökü 17. yüzyıla dayanan, geleneksel Çin tıbbının ve savaş sanatlarının bir sentezidir. Fiziksel, psikososyal, emosyonel, ruhsal ve davranışsal parçaları olan çok komponentli bir müdahaledir. Form olarak bilinen özel duruşların sergilendiği bir uygulamadır. Birinden diğerine yumuşak, yavaş, zarif hareketlerle belli belirsiz ve kesintisiz bir şekilde akan birçok temel duruşu, derin diyafragmatik solunum ve gevşemeyle birleştirir. TCC, yarı-çömelme pozisyonunda yapılır; kontrollü hız ve postüral yükseklikle şiddeti kolaylıkla ayarlanabilir. Tek başına ya da grup halinde pratik edilebilir. Özel bir ekipman gerektirmez. TCC, hafif-orta şiddetinde bir aerobik egzersizdir. Uygulama sırasında şiddet, kalp hızı rezervinin %50-58'i kadardır ve enerji tüketimi 2.5-6.5 MET aralığındadır. Tai Chi egzersizlerinin güvenli olup olmadığının incelendiği bir metaanalizde, en sık alt ekstremite eklemlerinde minör kas-iskelet sistemi yaralanmaları ve ağrı dışında ciddi bir yan etkiye rastlanmadığı belirtilmektedir. Düşmeyi önlemede, denge ve kas kuvvetini düzeltmede, kan basıncını azaltmada ve diz ağrısında faydalı olduğu çeşitli çalışmalarla gösterilmiş olmakla beraber sadece düşmeyi önlemede ve psikolojik iyilik halinin düzeltilmesinde kanıt, şüpheye yer bırakmaksızın pozitiftir. Çalışmaların daha çok yaşlı hastalarda ve bu alanlarda yapılmış olması da kanıt değerini anlamlı biçimde desteklemektedir. Kişinin intrinsik stabilitesini anlama ve kullanma yeteneğini geliştirir. Bedensel farkındalık kadar postural kontrol için olmazsa olmaz kinestetik farkındalığın da gelişimine katkı sağlar.

Anahtar Kelimeler: Tai Chi Chuan, fizyoterapi, egzersiz

ABSTRACT

Tai Chi Chuan (TCC), was based on the 17th century, is an ancient Chinese martial and health art. It is a multi-component intervention that has physical, psychosocial, mental and behavioral elements. Tai Chi is a practice that be displayed on specific postures in sequence, known as a form. It combines deep diaphragmatic breathing and relaxation with many basic postures that flow slightly and continously from one to the other through slow, smooth, elegant movements. TCC is performed in the semi-squat position and exercise intensity can be easily adjusted by controlling the speed and postural height. It can be practiced alone or with group. No special equipment is needed. TCC is an aerobic exercise of mild to moderate intensity. The intensity during practice is 50%-58% of the heart rate reserve and the energy cost is between 2.5-6.5 MET. In a meta-analysis that investigates the safety of Tai Chi exercises, it hasn't been respresented serious adverse event except for minor musculoskeletal aches commonly in lower extremite joints. Although TCC has been reported as beneficial for improving fall prevention, balance and muscular strength, recuding blood pressure and knee pain in many researches, the evidence is convincingly positive only for fall prevention and psychological health.

Keywords: Tai Chi Chuan, physiotherapy, exercise

1. GİRİŞ

Tai Chi Chuan (TCC), kökü 17. yüzyıla dayanan, geleneksel Çin tıbbının ve savaş sanatlarının bir sentezidir. Yavaş, yumuşak ve estetik hareketlerden oluşan TCC, uzun ve kaliteli yaşamı hedefleyen Çin felsefesi, Taozimden köken alır (1). Taoist felsefede sağlığımızı yöneten yin ve yang olarak isimlendirilen iki zıt kuvvetten bahsedilir (Şekil 1). Yin ve Yang arasındaki dengenin bozulması sağlığı olumsuz etkiler ve TCC ile bu dengenin tekrar kazanıldığına inanılır. Bu varsayımlar dışında, farklı postürler arasında kesintisiz ve yavaş hareketlerle geçiş, kardiovasküler ve kassal sistemleri etkileyen bir fiziksel uyaran oluşturur (2). TCC'nin fiziksel karakteristikleri, ince ve

Şekil 1. Yin-Yang sembolü (7).

yumuşak hareket, zemine sağlam biçimde temas eden ayaklarla hareketlerin merkezlenmesi, stabil bir baş pozisyonudur (3).

TCC, form olarak bilinen özel duruşların sergilendiği bir uygulamadır. Birinden diğerine yumuşak, yavaş, zarif hareketlerle belli belirsiz ve kesintisiz bir şekilde akan birçok temel duruşu, derin diyafragmatik solunum ve gevşemeyle birleştirir (4,5). TCC, köken aldığı yin-yang felsefesindeki gibi zıtlıkların birbiriyle akıcı bütünleşmesini sergiler; hayal ve gerçek, sükûnet ve eylem iç içedir (6).

2. TAİ CHİ EGZERSİZLERİNİN ÖZELLİKLERİ

Gelişim sürecinde TCC, köken aldıkları ailenin adıyla anılan birçok stile ayrılmıştır; en eskisi Chen'dir ama en popüler, sağlıkla ilişkili çalışmalarda daha çok kullanılanı Yang'tır. Klasik uzun formların öğrenilmesi ve pratiği zaman aldığı için basitleştirilmiş TCC formları öğrenme peryodunu kısaltmak için geliştirilmiştir (1). Her bir form kendine özgü olmakla birlikte temel karakteristikler değişmez. Stiller arasındaki temel farklar postürler, formlar, hız ve hareket sırası ile ilgilidir. TCC kapalı ya da açık her yerde, yalnız ya da grup halinde uygulanabilir (Şekil 2). Özel bir ekipman gerektirmez; ihtiyaç olan şeyler, 4 metrekarelik düz bir alan, rahat kıyafetler ve tercih ediliyorsa düz bir ayakkabıdır (2).

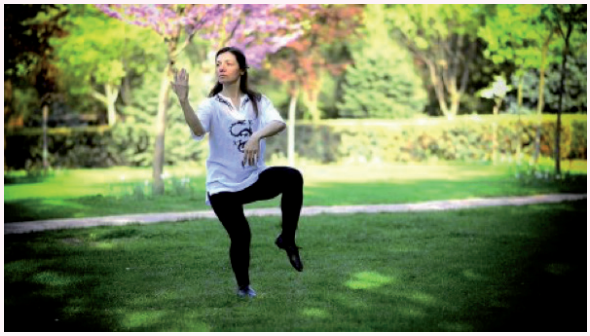
TCC, yarı-çömelme pozisyonunda yapılır (Şekil 3); kontrollü hız ve postüral yükseklikle şiddeti kolaylıkla ayarlanabilir. Tek başına ya da grup halinde pratik edilebilir. Grup egzersizi olarak sosyal iletişim ve çevreyle uyumu geliştirir. Esneklik, denge gibi konularda fayda elde etmek amaçlanıyorsa, tüm form yerine birkaç Tai Chi hareketi seçilebilir fakat hedef eğer kassal kuvvet ya da aerobik kapasiteyi geliştirmekse tüm formun uygulanması tavsiye edilmektedir (1).

TCC, hafif-orta şiddetinde bir aerobik egzersizdir. Uygulama sırasında şiddet, kalp hızı rezervinin %50-58'i kadardır ve enerji tüketimi çalışılan forma ve tekrar sayısına göre 2.5-6.5 MET aralığındadır. Bu egzersizle aerobik kapasite, orta ve yaşlı bireyler ve özelliklede yaşlı sedanterlerde anlamlı biçimde düzelir (1,2).

TCC formunun pratiğinde ayak bileği ve kalçada oluşan postural salınımlar, denge stratejilerinin gelişimine katkı sağlar. Formun uygulaması sırasında kapalı kinetik zincir teorisine göre gövdeden yaratılan güçle yapılan tekrarlı bilateral ve resiprokal ekstremite hareketleri, koordineli ve simetrik hareketin gelişimine imkân verir. Kalça replasmanı ya da inme gibi muskuloskeletal problemlere sahip hastalarda asimetri sıklıkla

Şekil 2. Grup egzersizi olarak TCC

Şekil 3. Yarı-çömelme pozisyonu.



Şekil 4. "Brush the knee" postürü.

görülmekte, bozulan vücut imajı, günlük yaşam aktivitelerinde sağlam tarafla kompansasyonların oluşumuna zemin hazırlamaktadır. Bu grup hastalarda simetrik yaklaşımın redükasyonu, TCC ile olası görünmektedir (2,3).

TCC formu içindeki hareketler çeşitli metaforlarla ifade edilmektedir; " Brush the knee (Çince Lou xi)" gibi isimlerle anılan postürler (Şekil 4), kordineli göz-baş hareketi gerektirir ve bu vestibulo-okuler refleksin stimülasyonunu sağlar. Böylece aktif baş ve vücut hareketleri sırasında göz fiksasyon yeteneğinin gelişimine de imkan verir (3).

3. TAİ CHİ EGZERSİZLERİNİN KULLANIM ALANLARI

Tai Chi egzersizlerinin güvenli olup olmadığının incelendiği bir meta-analizde, en sık alt ekstremite eklemlerinde görülen minör kas-iskelet sistemi yaralanmaları ve ağrı dışında ciddi bir yan etkiye rastlanmadığı belirtilmektedir (8).

TCC, nörolojik hastalıkları(inme, Parkinson, travmatik beyin yaralanması, MS, kognitif disfonksiyon gibi), romatolojik hastalıkları(RA, AS ve fibromiyalji gibi), ortopedik hastalıkları(osteoartrit osteoporoz, alt sırt ağrısı gibi), kardiovasküler

Şekil 5. TCC, dinamik dengenin gelişimine imkan verir.

hastalıkları(kalp yetmezliği, koroner arter bypass cerrahisi gibi), kronik obstruktif akciğer hastalıkları ve meme kanseri olan hastalar için etkili ve güvenlidir (1).

Osteoartritli hastalarda TCC uygulamalarıyla ağrının azaltılması, esneklik ve ROM kazanımı, dengenin ve mental iyilik halinin sürdürülmesi, kardiopulmoner fonksiyonlarda iyileşme elde edilmiştir (6).

TCC uygulaması yaşlı bireylerde düşmeyi önlemenin temel taşı olan denge kontrol yeteneği ve esnekliği geliştirmek için faydalıdır (9). Yapılan çalışmalar hem kısa dönem (3 ay) hem de uzun dönemde(1-3 yıl) TCC pratiğinin eklem pozisyon hissini düzelttiğini göstermektedir fakat dinamik dengenin kazanılması için uzun dönem çalışmanın önemi de ortaya koyulmaktadır (1) (Şekil 5).

Düşmeyi önlemede, denge ve kas kuvvetini düzeltmede, kan basıncını azaltmada ve diz ağrısında faydalı olduğu çeşitli çalışmalarla gösterilmiş olmakla beraber sadece düşmeyi önlemede ve psikolojik iyilik halinin düzeltilmesinde kanıt şüpheye yer bırakmaksızın pozitiftir. Çalışmaların daha çok yaşlı hastalarda ve bu alanlarda yapılmış olması da kanıt değerini anlamlı biçimde desteklemektedir (2).

4. SONUÇ

Tai Chi, üç ana özelliği nedeniyle sağlık alanında giderek büyüyen yer kaplamaktadır: adaptif egzersiz, vücut-zihin etkileşimi(farkındalık), meditasyon(gevşeme). Uygulayıcının kendi vücut ağırlığını direnç gibi kullanarak yaptığı bir kuvvetlendirme çalışmasıdır. Kişinin intrinsik stabilitesini anlama ve kullanma yeteneğini geliştirir. Bedensel farkındalık kadar postural kontrol için olmazsa olmaz kinestetik farkındalığın da gelişimine katkı sağlar. Bu bilgiler ışığında farklı sağlık problemlerinde etkinliğinin kesin olarak kanıtlanması için yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

5. TEŞEKKÜR

Tai Chi eğitimim sırasında gösterdiği sabır ve hoşgörü, öğretme konusundaki cömertliği için hocam Seçkin Köknar'a çok teşekkür ederim.

6. KAYNAKLAR

1. Lan, C., Chen, S,Y,, Lai, J.S., Wong, A.M.K. (2013) Tai Chi Chuan in Medicine and Health Promotion. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 1-17.
2. Lee, M.S., Ernst, E. (2012). Systematic reviews of t'ai chi: an overview. Br J Sports Med, 46, 713-718.
3. Li, F. (2014). Transforming traditional Tai Ji Quan techniques into integrative movement therapy—Tai Ji Quan: Moving for Better Balance. J Sport Health Sci, 3(1), 9-15.
4. Wang, C. (2012). Role of Tai Chi in the treatment of rheumatologic diseases. Curr Rheumatol Rep,14, 598–603.
5. Wang, C. (2011). Tai Chi and rheumatic diseases. Rheum Dis Clin North Am, 37(1), 19-32.
6. Ye, J., Cai, S., Zhong, W., Cai, S., Zheng, Q. (2014) Effects of Tai Chi for patients with knee osteoarthritis: a systematic review. J. Phys. Ther. Sci., 26, 1133–1137.
7. Peng, P.W.H. (2012) Tai chi and chronic pain. Regional Anesthesia and pain Medicine, 37(4), 372-382.
8. Wayne, P.M., Berkowitz, D.L., Litrownik, D.E., Buring, J.E., Yeh, G.Y. (2014) What do we really know about the safety of Tai Chi?: a systematic review of adverse event reports in randomized trials. Arch Phys Med Rehabil, 95(12), 2470-83.
9. Huang, Y., Liu, X. (2015) Improvement of balance control ability and flexibility in the elderly Tai Chi Chuan (TCC) practitioners: a systematic review and meta-analysis. Archives of Gerontology and Geriatrics, 60, 233–238

Denge Rehabilitasyonunda Mobilite Yardımcıları ve Düşme

Yrd Doç Dr Z. Özlem YÜRÜK
Başkent Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
e-mail: bastug@baskent.edu.tr

ÖZET

Denge, destek yüzeyi üzerinde yerçekimi merkezini hem statik hem de dinamik koşullarda kontrol edebilme yeteneği olarak tanımlanır. Birçok nörolojik problem dengeyi etkiler ve denge problemleri düşmeye yol açabilir. Denge rehabilitasyonunda başta egzersiz eğitimi olmak üzere çeşitli yaklaşımlar kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlardan biri de baston, koltuk değneği, yürüteç ve tekerlekli sandalye gibi mobilite yardımcılarının kullanılmasıdır. Mobilite yardımcıları güvenli şekilde kullanıldığında düşmeleri önlerken; yanlış kullanılan mobilite yardımcıları düşmenin en önemli hazırlayıcısıdır. Bu derlemede; denge rehabilitasyonunda kullanılan mobilite yardımcıları ve düşme konusu çeşitli başlıklar altında ele alınacak ve ilgili literatür tartışılacaktır.

Anahtar kelimeler: Denge, düşme, baston, koltuk değneği, yürüteç

ABSTRACT

Balance is defined as the ability of control the centre of gravity on the support surface during static and dynamic conditions. Many neurological problems affect the balance and can lead to falls. Various approaches (primarily exercise training) are used to balance rehabilitation. One of these approaches is mobility aids as canes, crutches, walkers and wheelchairs. When use safely, mobility aids can prevent falls but misused mobility aids are preparatory to falls. In this review, mobility aids, falls and related literature are discussed.

Key words: Balance, falls, canes, crutches, walkers, wheelchairs

1. GİRİŞ

Denge; vestibüler, görsel, proprioseptif ve serebellar sistemlerin kompleks etkileşimi ile sağlanır. Birçok nörolojik problem dengeyi etkileyerek yürüyüşü bozmaktadır (1). Bu durum hastanın yaşamını pek çok yönden olumsuz etkiler. Tedavide; egzersiz eğitimi, ortezler, mobilite yardımcıları, robotik yaklaşımlar gibi çeşitli fizyoterapi ve rehabilitasyon yöntemleri dengeyi sağlamak, düşmeleri önlemek ve kişiyi bağımsız kılmak amacıyla kullanılmaktadır (2). Bu bölümde, denge rehabilitasyonunda kullanılan mobilite yardımcıları ve düşme konusu çeşitli başlıklar altında ele alınacak ve ilgili literatür tartışılacaktır.

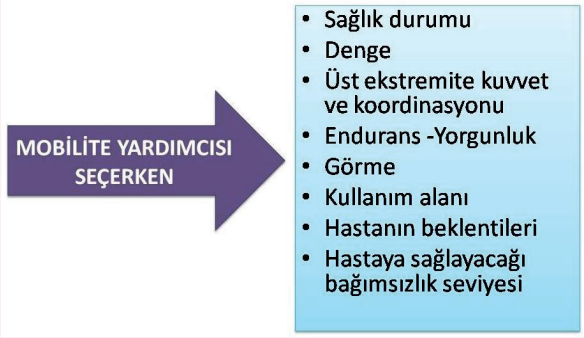
2. DENGE PROBLEMLERİ VE DÜŞME

Denge, destek yüzeyi üzerinde yerçekimi merkezini hem statik hem de dinamik koşullarda kontrol edebilme yeteneği olarak tanımlanır. Dengenin amacı; iç ve dış kuvvetlerin oluşturduğu etkiyi düzenleyerek ekstremitelerin bağımsız hareketini sağlamaktır. Denge, duyu-motor etkileşim ve dinamik adaptif düzenlemeden temel alır. Denge, düzeltme ve koruyucu reaksiyonlar tarafından denge sağlanır (3).

Birçok nörolojik problem dengeyi etkiler ve denge problemleri düşmeye yol açabilir. Düşmeye bağlı yaralanmalar ciddi sağlık problemleri ve komplikasyonlara neden olmaktadır. Düşme sonrası hastalarda korku gelişmekte ve bu korku hastanın aktivitelerini kısıtlamasına, bağımlılığa ve sosyal izolasyona yol açabilmektedir. İnaktivite; fiziksel fonksiyon ve dengeyi daha olumsuz yönde etkileyerek bir kısır döngüye neden olur. Denge rehabilitasyonunda başta egzersiz eğitimi olmak üzere çeşitli yaklaşımlar kullanılmaktadır. Bu yaklaşımlardan biri de mobilite yardımcılarının kullanılmasıdır. Mobilite yardımcıları, denge problemi yaşayan hastalarda yürüme ve günlük yaşam aktivitelerinin yapılmasında yardımcıdır (4,5,6).

3. MOBİLİTE YARDIMCILARI

Fizyoterapi ve rehabilitasyonda çeşitli amaçlarla mobilite yardımcıları kullanılmaktadır. Mobilite



Şekil 1. Mobilite yardımcısı seçerken dikkat edilecek noktalar

yardımcılarının kullanım amaçları aşağıdaki şekilde özetlenebilir (7,8):

- Destek yüzeyini genişletmek
- Dengeyi ve stabiliteyi arttırmak
- Yürüme ve transferlere yardımcı olmak
- Hafif dokunma ile taktil uyarı sağlamak
- Hastanın motivasyonunu arttırmak
- Aktiviteler sırasında hastaya güven vermek
- Aktivite ve katılımı arttırmak
- Çevredeki kişilerin özüre karşı dikkatini çekmek ve koruma sağlamak

Mobiliteye yardımcı cihazları önerirken, öncelikle her hasta için fonksiyonel değerlendirme yapılmalıdır. Bu değerlendirmelerin ışığında hastaya en uygun mobilite yardımcısı seçilmelidir (7). Mobilite yardımcısını seçerken şu faktörler göz önüne alınmalıdır (Şekil 1):

- Hastanın genel sağlık durumu
- Denge testlerinin sonuçları
- Üst ekstremite kuvvet ve koordinasyonu
- Hastanın enduransı ve yorgunluk düzeyi
- Görme problemleri
- Mobilite yardımcısının kullanılacağı alan
- Hastanın beklentileri
- Hastaya sağlayacağı bağımsızlık seviyesi

Mobilite yardımcıları; ayakkabı, baston, koltuk değneği, yürüteç, tekerlekli sandalye ve ortezlerden oluşmaktadır. Bu bölümde baston, koltuk değneği, yürüteçler ve tekerlekli sandalyelerden bahsedilecektir.

3.1. Baston

Bastonlar destek yüzeyini genişletir, stabilite ve dengeyi arttırır. Baston kullanımı ile anteroposterior ve mediolateral yönde olan salınımların azaldığı gösterilmiştir. Böylece postüral kontrol için fayda sağlar. Ayrıca hafif dokunma ile taktil uyarı sağlar. Baston kullanımında temel amaç ağırlık aktarmak değil, denge için destek noktası oluşturmaktır (7,9). Baston kullanımı ile erektör spina, tibialis anterior ve gluteus medius kaslarının aktivasyonunda azalma olduğu bulunmuştur (10). Kasların ateşlenme paternlerindeki bu değişikliklerin dengeye olan etkisi ilerleyen bölümlerde tartışılacaktır.

Şekil 2. Çeşitli baston tipleri

Bastonların farklı tipleri bulunmaktadır. Genellikle tek nokta, 3 ayaklı, 4 ayaklı veya yürüyüş ("hemi-walker") bastonları kullanılır (Şekil 2). Bu bastonlarda destek yüzeyi genişledikçe sağladığı stabilite ve ağırlık aktarma oranı da artmaktadır (7).

3.2. Koltuk değneği

Genellikle alt ekstremitelerine ağırlık aktaramayan hastalarda tercih edilir. Rahat kullanımı için üst ekstremitelerin eklem hareket açıklıkları yeterli ve vücut ağırlığını taşıyabilecek kas gücüne sahip olması gerekir (7).

Koltuk değneğinde ağırlık aktarımı bastona göre fazladır ve lateral stabiliteyi arttırır. Aksillar, önkol destekli ve platformlu gibi farklı tipleri bulunmaktadır. Özellikle aksillar koltuk değneklerinin kullanımı oldukça zordur ve denge problemleri olan hastalar için uygun değildir. Koltuk değneği kullanımı ile gluteus medius, kuadriseps ve erektör spina kaslarının aktivasyonunda azalma olduğu gösterilmiştir (11).

Tablo 1. Yürüteç kullanımının avantaj ve dezavantajları

Avantajları	Dezavantajları
Maksimum destek yüzeyi sağlar.	Yürüme hızını yavaşlatır.
Stabilite ve dengeyi artırır.	Ev içi kullanım için daha uygundur.
Hem gövdenin hem de alt ekstremitelerin ağırlık aktarma miktarı	Merdiven veya asansör gibi dar alanlarda hareket etmeyi
Çift taraflı simetrik yürüyüş sağlar.	Düşme sırasında laterale adım almada engel oluşturur.

3.3. Yürüteç

Yürüteçler en geniş destek yüzeyine sahip, iyi düzeyde stabilite sağlayan, yürüme performansını arttıran ve özellikle yaşlı bireyler tarafından tercih edilen bir mobilite yardımcısıdır (7). Yürüteç ile yürümede gövde ağırlığının büyük kısmını yürüteç destekler. Alt ekstremitelerde ise kalça ekstansör momentinde artış, diz ekstansör ve abduktör momentinde azalma olmaktadır. Kalça abduktör momenti denge için önemli role sahiptir ve azalması hastanın dengesini olumsuz etkileyebilir (12). Yürüteç kullanımının avantajları ve dezavantajları Tablo 1'de özetlenmiştir (7).

Yürüteçlerin standart veya tekerlekli farklı tipte olanları bulunmaktadır (Şekil 3). Hastanın yürüteç kullanmak için üst ekstremite kuvvet ve koordinasyonu yeterli değilse standart yürüteçler yerine 2 veya 4 tekerlekli yürüteçler tercih edilebilir. Denge problemlerinde, tekerlekli yürüteçlerin ağırlık aktarımı ve sağladığı stabilitenin daha az olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

3.4. Tekerlekli Sandalye

Denge problemleri ileri düzeyde olan hastalarda güvenli mobiliteyi sağlar, günlük yaşam aktiviteleri ve sosyal etkileşimi arttırır (2). Hastanın üst ekstremite kuvvet ve koordinasyonu iyi düzeyde ise, manuel tekerlekli sandalyeler tercih edilebilir. Eğer üst ekstremite kuvvet ve koordinasyonu yetersiz ise, motorize sistemlerden yararlanılabilir. Bu sistemler enerji tüketimini de azaltır. Bağımsız mobilite için en güvenli seçenek tekerlekli sandalyeler olmakla birlikte hastaya uygun ölçülerde olmadığında düşme için risk faktörü oluşturmaktadır. Örneğin; sandalye arka desteğinin çok yüksek olması tekerlekli sandalyeyi hareket ettirememe ve öne doğru düşmeye veya arka tekerleğin çok önde olması hareketin kontrolünde güçlüğe ve geriye düşme eğilimine yol açabilir (13).

Şekil 3. Yürüteçler

Tablo 2. Mobilite yardımcılarının avantaj ve dezavantajları

Avantajları	Dezavantajları
Destek yüzeyini genişletir.	Alt ekstremitelerin taşıdığı yük miktarı azalır.
Güvenlik ve stabiliteyi artırır	Alt eksremitenin kuvvetinde azalma olabilir.
Yürüme mesafesinde artış sağlar.	Üst ekstremite fonksiyonelliğini azaltır.
Hafif dokuma ile postüral salınımları azaltır.	Postüral anormalliklere yol açabilir.
Aktivite ve katılımı artırır	Yürüme hızında azalma ve enerji tüketiminde artış olur.

Genel olarak mobilite yardımcılarının avantaj ve dezavantajları Tablo 2'de özetlenmiştir (14).

4. MOBİLİTE YARDIMCILARI VE DÜŞME

Mobilite yardımcılarının avantaj ve dezavantajları göz önüne alındığında gerçekten denge ve fonksiyonelliği arttırarak düşme riskini azaltır mı? Veya düşme riskinde artışa neden olur mu? (9)

Literatürde, mobilite yardımcısı kullanımı ile düşme riski arasındaki ilişki tartışmalıdır. Bazı çalışmalar, mobilite yardımcılarının düşme riskini arttırdığını gösterirken, bazı çalışmalarda ise denge ve fonksiyonelliği attırdığını ve düşmeye karşı koruyucu olduğunu göstermektedir (15,16, 17).

Mobilite yardımcıları destek yüzeyini arttırarak stabilite ve dengeyi arttırır. Mobilite yardımcısının elle tutulması hafif dokunma sağlar. Hafif dokunma ile tensor fasia lata, semitendinosus ve vastus medialis kaslarında aktivasyon sağlandığı bulunmuştur. Böylece hafif dokunmanın postüral salınımları azalttığı ve stabiliteyi arttırdığı ispatlamıştır (18, 19). Denge yardımcısı olarak hafif

Şekil 4. Düşmeye yol açan çeşitli faktörler

bastonların kullanımı görsel bağımlılığı azaltır. Mobilite yardımcıları tüm bu etkileriyle birlikte hastanın günlük yaşama katılımını arttırır ve bağımsızlığını sağlar.

Mobilite yardımcılarının olumlu etkilerinin yanında bazı durumlarda ise düşme için risk oluşturmaktadır. Mobilite yardımcıları yalnızca denge sağlamak amacıyla kullanıldığında duruş ve sallanma fazı parametreleri değişmezken; eğer yük vermek amacıyla kullanılırsa postüral kasların aktivasyonu ve yürüme parametreleri değişmektedir. Bu durum postüral kaslarda zayıflığa neden olabilmektedir (9).

Denge problemlerinde mobilite yardımcısını kullanmak için gereken resiprokal hareketlerin başarılması zordur. Denge kaybı olduğu durumlarda üst ekstremitenin mobilite yardımcısını bırakıp tutunmaya çalışması gerekir. Ancak bunu hızlı şekilde yapması zordur. Alt ekstremitede ise mobilite yardımcısına takılma problemi vardır (9, 20).

Nörolojik hastalıklar ile birlikte görülen önemli bir problem yorgunluktur. Hem sağlıklı hem hasta bireyler denge sağlamaya çalışırken enerji tüketimi artmaktadır. Bazı çalışmalarda mobilite yardımcılarının kullanımı sırasında enerji tüketiminin arttığı; bazı çalışmalarda ise dengeye katkıda bulunarak enerji tüketimini azalttığı belirtilmiştir. Bununla birlikte kullanılan yardımcının stabilitesi arttıkça enerji tüketimi de o oranda artar. Enerji tüketimindeki artış ise kompansatuar reaksiyonlarda artışa, denge kaybına ve düşmeye neden olabilmektedir. (21, 22, 23).

Adım süresinin artması, yürüme hızının ve adım uzunluğunun azalması düşme riskini belirleyen önemli parametrelerdir (24, 25). Mobilite yardımcısı kullanan kişilerde yürüme hızının azalması, çift destek fazının uzun olması, adım uzunluğu ve adım süresinin değişmesi düşme için risk oluşturabilmektedir (25, 26, 27, 28). Bununla birlikte mobilite yardımcısı kullanmaya alışkın olan hastalarda yürüme hızının ve diğer yürüme parametrelerinin değişmediği ve dengenin daha iyi olduğu belirtilmiştir (29).

Literatürde düşmeye neden olan pek çok faktörden söz edilmektedir. Bunlar arasında; ilerleyen yaş, duyu ve kuvvet kayıpları, görme problemleri, algılama bozuklukları, kognitif sorunlar, beslenme yetersizliği, çevresel faktörler, komorbidite, ilaç kullanımı, ayak problemleri ve mobilite yardımcısı kullanımı yer almaktadır (30) (Şekil 4). Bunlar arasındaki mobilite yardımcısının kullanımı faktörünü mobilite yardımcısının "uygun olmayan" kullanımı olarak ifade etmek daha doğru olacaktır (31).

Fizyoterapistler mobilite yardımcısının doğru kullanımı ve düşme riskinin azaltılması için (7, 29, 32):

- Uygun mobilite yardımcısının seçimine karar vermelidir. Bu noktada hastanın klinik özellikleri, beklentileri ve istekleri önem kazanmaktadır. Hastanın ihtiyacı olmadan verilen mobilite yardımcıları postüral kasların zayıflamasına neden olabileceği gibi; ileri düzeyde denge bozukluğu olan hastalarda mobilite yardımcısı kullanılmaması düşme için yüksek risk oluşturacaktır. Düşme sonrası hastalarda düşme korkusu gelişmekte, aktivitelerde azalma ve giderek bağımlılığa yol açabilmektedir. Bazı hasta-

lara ev içinde bir yardımcı gerekmeyebilir ancak ev dışında güvenlik amaçlı olarak bir yardımcı önerilmelidir. Ayrıca hastanın mobilite yardımcısını kullanacağı alan da seçimde önem kazanmaktadır. Örneğin; ev içi kullanımda yürüteç uygun olabilir ancak merdiven, asansör gibi alanlarda kullanımı zordur veya kullanılacak zeminin özelliklerine göre tekerlekli sandalye özellikleri belirlenmelidir.

- Mobilite yardımcıları için kişiye özel doğru ölçü alınmasını sağlamalıdır. Doğru ölçülerde kullanmama nedeniyle hastalar tam fayda sağlayamazlar. Özellikle bir uzmana danışmadan direkt olarak medikal marketlerden alınan ve ölçüleri uygun olmayan mobilite yardımcıları postüral problemlere ve düşmeye zemin hazırlar. Örneğin; baston boyunun çok uzun olması öne doğru aşırı yük verilmesine, çok kısa olması ise laterale doğru gövde fleksiyonuna yol açar. Benzer şekilde yürüteç boyunun çok kısa olması gövde fleksiyonuna yol açar, çok uzun olması ise geriye düşme riskini arttırır.
- Hastaya mobilite yardımcısı ile eğitim verilmelidir. Eğitim klinikte başlamalı, ev içinde, dışarıda yani çeşitli ortamlarda, farklı zeminlerde, gürültü, aydınlık, karanlık gibi farklı fiziksel şartlarda yapılmalıdır. Ayrıca zaman içinde hasta hatalı yürüyüş paternleri geliştirebileceğinden belirli aralıklarla verilen mobilite yardımcısının kullanımı değerlendirilmelidir. Mobilite yardımcısı kullanan hastalar için denge kaybı durumlarında düşme yöntemleri öğretilmelidir.

5. DENGE PROBLEMLERİNE YOL AÇAN HASTALIKLAR VE MOBİLİTE YARDIMCILARININ KULLANIMI

İnmeli hastalarda, Multiple Sklerozlu hastalarda, Parkinson hastalarında, spinal kord yaralanması geçirenlerde, geriatrik bireylerde ve periferik nedenlerden kaynaklı hastalıklarda denge problemleri ve düşme yaygın olarak görülmektedir.

5.1. İnme

Düşmeler inmede önemli bir komplikasyon nedenidir ve yaşlı hastalarda daha fazla görülür. İnmeli hastaların düşme riski %40-73 arasında bulunmuştur (33). Çeşitli çalışmalarda, akut bakımda düşme %14; akut rehabilitasyonda düşme %24; evde ise düşme oranı %73 olarak bildirilmiştir (31, 34). Genel popülasyonda 65 yaş üzeri yaşlıların düşme riski ise yaklaşık %30 bulunmuştur (30). Bu değerlere bakıldığında inmeli hastaların düşme oranı geriatrik hastalara göre daha yüksektir. İnmeli hastaların en çok yürüme veya giyinme sırasında ve hemiparetik tarafa düştüğü bildirilmiştir. Sol hemiparetiklerde sık tekrarlı düşme görülebilir. Düşme ile birlikte inmeli hastaların ise %55'inde yaralanma meydana gelmektedir (4, 5, 33). İnmeli hastalarda yürüme sırasında öne ve arkaya postüral salınım, yürüme hızı ve adım uzunluğunda azalma, asimetrik ve güvenli olmayan yürüyüş görülür (35, 36).

Genel olarak mobilite yardımcılarının inmeli hastalarda güvenli yürüyüşü sağlayarak düşmeleri önlediği düşünülmekle beraber bazı çalışmalarda düşmenin önemli bir sebebi olduğu belirtilmiştir (15, 16, 17).

İnmeli hastalarda mobilite yardımcılarının kullanımı çeşitli sonuçlara yol açabilir (10, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44):

- Normal yürüyüşte gövde ve pelvis laterale ve vertikale yaklaşık 5 cm yer değiştirir. Mobilite yardımcıları ile bu hareketlerin bozulduğu, hastanın ağırlığını mobilite yardımcısına vererek asimetrik yürüyüşe neden olduğu düşünülmektedir.
- Etkilenen ekstremitede taşınan vücut ağırlığı %40 oranında azalarak kaslarda zayıflığa neden olabilmektedir.
- Vücudun iki tarafı arasındaki etkileşimin azalması görülebilir.
- Kompansasyona bağlı fiksasyon gelişimi nedeniyle ve yük taşımayan ekstremitenin gövdeyi öne doğru taşımasındaki etkisini azaltarak iyileşmeyi kısıtlayabilir.
- Santral Patern Jeneratörleri ile sağlanan simetrik ve koordineli ve otomatik hareketleri bozmaktadır.
- Hemiparetik olmayan elde streognozis ve beceri kaybına yol açabilir.
- Mobilite yardımcısı kullanan inmeli hastalarda çift görev "dual task" ile düşme riski artabilmektedir.

Bobath (Nörogelişimsel) tedavi yaklaşımında da yürüme yardımcılarının asimetriye yol açtığını ve sağlam tarafı stimüle ederek plasitisiteyi olumsuz etkilediği savunulmaktadır (45). Sağlanan stabilite oranına bağlı olarak mobilite yardımcıları arasında (tek nokta baston, 3 ayaklı baston ve 4 ayaklı baston) farklılıklar olduğu düşünülmektedir (40). Ancak mobilite yardımcılarının kinetik ve kinematik etkilerinin incelendiği çalışmalarda farklı sonuçlar elde edilmiştir. Buurke ve arkadaş-

ları (10), inmeli hastalarda tek nokta baston kullanımının yürüme kinematiğini değiştirmediğini, 4 ayaklı bastonda ise ağırlık aktarma oranı daha fazla olduğundan tibialis anterior ve erektör spina kaslarının aktivasyonunda azalmaya yol açabileceğini belirtmişlerdir. Tyson ve arkadaşları (8) ise tek nokta ile üç ayaklı baston arasında fark olmadığını, her iki mobilite yardımcısının da gövde kinematiğini etkilemediğini bulmuşlardır. Bir başka çalışmada, kronik inmeli hastalarda baston kullanımının yürüme hızını arttırdığını ve açısal kinematiği etkilemeyerek fonksiyonel performansı olumsuz etkilemediği gösterilmiştir (46). Mobilite yardımcısı olarak yürüteç inmeli hastalarda çift taraflı simetrik yürüyüş sağlar. Harris ve arkadaşları (4), Berg denge skoru düşük olan 90 kronik inmeli hastada 4 tekerlekli yürüteçlerin düşme riskini azaltabileceğini bulmuşlardır. Soyuer ve Öztürk (47) ise çalışmalarında mobilite yardımcısı kullanımı ile düşme riski arasında ilişki olmadığını, düşme riski yüksek hastalarda bastonun faydalı olabileceğini bulmuşlardır.

Genel olarak araştırmacılar inmeli hastalarda tek nokta bastonun vücut mekaniğini değiştirmeden stabiliteyi, dengeyi ve yürüme hızını arttırdığını, yorgunluğu ise azalttığını belirtmektedirler (9, 37, 38, 48).

5.2. Multiple Sklerozis

Multiple Sklerozis (MS)'li hastalarda en önemli fonksiyonel yetersizliklerden biri mobilitedir. MS'li hastalara yaşadıkları en önemli problem sorulduğunda % 90'ı yürüme güçlüğü olduğunu belirtmiştir. MS'li hastaların % 80'i hastalığın başlangıcından itibaren 10-15 yıl içinde yürümeye yardımcı bir araç veya tekerlekli sandalyeye gereksinim duyarlar (49, 50). Son 12 ay içinde MS'li hastaların % 55'inin düşme yaşadığı ve bu hastaların %79'unun tekrarlı olarak düştüğü; düşme sebeplerinden birinin mobilite yardımcısı kullanımı olduğu bildirilmiştir (51). 76 MS'li hastada yapılan bir çalışmada hastaların % 63'ünün ev içinde düştüğü, mobilite yardımcısının düşme riskini 5 kat arttırdığı belirtilmiştir (16). Mobilite yardımcılarının intrinsik kontrol yeteneğini azalttığı düşünülmektedir (49, 52). Ancak hastalığın ilerleyici kliniğine bağlı olarak mobilite yardımcısı kullanımı gereklidir.

Genellikle hafif etkilenimi olan MS'li hastalar için denge sağlamak amacıyla tek nokta baston önerilebilir. 4 ayaklı bastonun sağladığı stabilite daha fazla olmakla birlikte yürüme hızını azaltır ve asimetrik yürüme paternine neden olabilir. Üst ekstremite kontrolü iyi olan, hafif ve orta düzeyde denge problemi olan MS'li hastalar için önkol destekli koltuk değnekleri önerilebilir. Orta düzeyde yürüme ve denge problemleri olan MS'li hastalar için yürüteç verilebilir. Hastalığın ilerleyen dönemlerinde ise bağımsız mobilite için en güvenli seçenek manuel veya motorize tekerlekli sandalyelerdir (2). Finlayson ve arkadaşları (53), MS hastalarının en sık manuel tekerlekli sandalyeleri (%60) kullandığını bunu baston ve koltuk değnekleri (%44), yürüteçler (%39) ve motorize tekerlekli sandalyelerin izlediğini belirtilmişlerdir.

Mobilite yardımcısı seçerken ve kullanırken MS'in ilerleyici kliniğine bağlı olarak mobilite yardımcısı değiştirilmelidir. Özellikle relaps dönemlerinde ve sonrasında hasta mobilite yardımcısını değiştirmek istemeyebilir. Bu durumda hasta ile uzlaşma sağlanmalıdır (51,54).

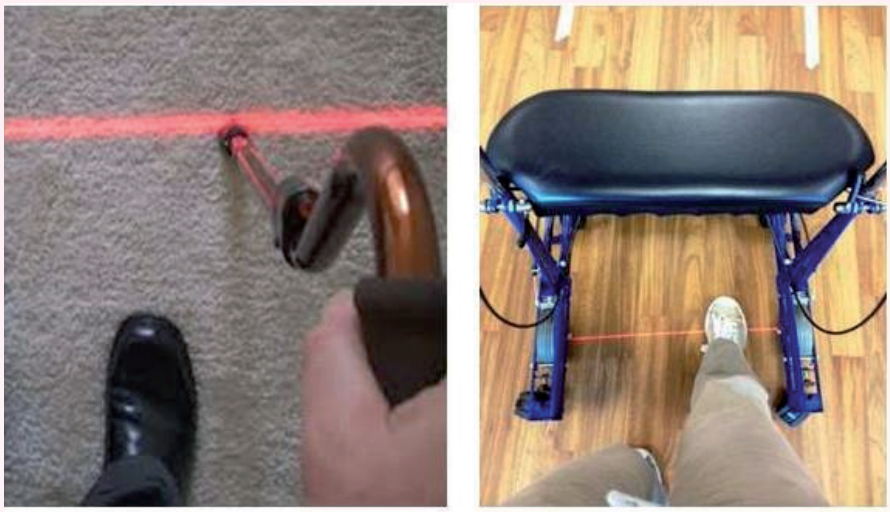
5.3. Parkinson Hastalığı

Parkinson hastalığında görülen yürüyüş ve denge problemleri düşme için zemin hazırlamaktadır. Baston, yürüteç veya tekerlekli sandalye gibi yardımcılar yürümeye ve dengeye katkıda bulunmak için kullanılmaktadır. Ancak mobilite yardımcılarının yürüyüş sırasında kullanımı eş zamanlı aktivite gerektirdiğinden hastaya karışık ve zor gelebilir. Ayrıca donma fenomenine dikkat edilmelidir. Mobilite yardımcılarının uygun olmayan ölçülerde kullanımı postürü kötüleştirebilir. (55).

Standart yürüteç yürümeyi kesikli hale getireceğinden donma fenomenini kötüleştirir. Tekerlekli yürütecin standart yürüteçten daha faydalı olabileceği bildirilmektedir (56). Ancak yürümeyi durduramama problemi ortaya çıkabilir. En uygun mobilite yardımcısı lazerli bastonlardır (57). Lazerli bastonlar görsel geribildirim sağlayarak donma fenomenini azaltır. Benzer şekilde lazerli yürüteçler de faydalı olabilir (Şekil 5). Ancak hastalar bir süre sonra lazer uyarısına alışkanlık göstererek mobilite yardımcısının etkisi azalabilir. Ayrıca çalışmalarda lazer ile görsel uyarının hastaya ek bir avantaj sağlamadığı belirtilmiştir (7, 56).

5.4. Spinal Kord Yaralanmaları

İnkomplet veya alt seviye spinal kord yaralanmalı (SKY) hastalar bir mobilite yardımcısı ile ambulasyon sağlayabilirler. Mobilite yardımcıları bu hastalarda alt ekstremitelere binen yük miktarını azaltarak kasların zayıflığının kompanse edilmesi ve destek yüzeyini genişleterek dengenin arttırılması gibi mekanik avantajlar sağlar (58). SKY'de düşme riski % 74-75 olarak bulunmuştur (59, 60).



Şekil 5. Lazerli baston ve lazerli yürüteçler

Yürüme hızı ve enerji tüketimindeki olumsuz etkilerine rağmen mobilite yardımcılarının kullanımı dengeyi arttırarak düşme riskini azaltmaktadır (61).

5.5. Geriatrik Hastalar

Yaşlılarda düşme önemli medikal problemlerden biridir. İlerleyen yaşla birlikte osteoporozun artmasıyla düşmeler sonucu kırık görülme oranı da çok yüksektir. Düşmeler, kırık ile birlikte yumuşak doku yaralanmaları, kafa travmaları ve artmış mortalite ile ilişkilidir. Yaşlılarda 1 yıllık süreçte düşme insidansının % 30-50 olduğu bulunmuştur. Yukarıda bahsedilen pek çok faktör düşmeye yol açabilir. Bazı çalışmalarda fiziksel aktivitenin düşme riskini azalttığı gösterilmiştir. Aslında fiziksel aktivite ile düşmeler arasındaki ilişki komplekstir. Fiziksel aktivite nöromüsküler fonksiyonu geliştirerek dengeye katkıda bulunur ancak aşırı fiziksel aktivite de düşmeler için bir risk faktörüdür. Pek çok yaşlı birey dengeye katkısı nedeniyle çeşitli mobilite yardımcılarını hem ev içi hem de en dışında tercih etmektedir. Özellikle fiziksel aktivite düzeyi yüksek yaşlılarda mobilite yardımcılarının kullanılmasının düşmelere karşı koruyucu olduğu belirtilmiştir (32,62).

5.6. Periferik Nedenli Denge Bozuklukları

Ashton-Miller ve arkadaşları (63), denge bozukluğu olan 8 periferal nöropatili hasta ve sağlıklı kontrol grubunda baston kullanımının denge üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Hastaların bastonlu ve bastonsuz olarak aydınlık ve karanlık ortamda tek ayak üzerinde denge ölçümü yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda karanlık ortam da olmak üzere denge kaybında azalma olduğu belirtilmiştir.

Nandapalan ve arkadaşları (64), periferal vestibuler denge bozukluğu olan 25 hastada baston kullanımının lateral vücut salınımlarını azaltabileceğini belirtmişlerdir.

6. SONUÇ

Denge problemi olan hastalarımıza mobilite yardımcısı önerirken sadece mekaniksel desteği düşünülmemeli, güven etkisi de dikkate alınmalıdır. Mobilite yardımcılarını önerirken hasta detaylı olarak değerlendirilmeli ayrıca zamanla gelişen fonksiyon üzerindeki etkisi de tekrarlı olarak değerlendirilmelidir. Bazı hastalar ihtiyacı olmasına rağmen estetik sebeplerle mobilite yardımcılarının kullanmayı istemeyebilir. Bu durum düşmelerin önemli bir sebebini oluştururken; mobilite yardımcına aşırı güven ve bağımlılık da düşme için risk oluşturmaktadır. Hastaya uygun ölçü ve doğru eğitim anahtar noktaları oluşturmaktadır. Mobilite yardımcıları güvenli şekilde kullanıldığında düşmeleri önlerken; yanlış kullanılan mobilite yardımcıları düşmenin en önemli hazırlayıcısıdır.

7. KAYNAKLAR

1. Herndon, R.M. ve Horak, F. (2000). Vertigo, Imbalance, and Incoordination. J.S. Burks ve K.P. Johnson (Ed.). *Multiple Sclerosis: Diagnosis, Medical Management and Rehabilitation* (s. 333-339). New York: Demos Medical Publishing.
2. Stevens, V., Goodman, K., Rough, K. ve Kraft, G.H. (2013). Gait impairment and optimizing mobility in multiple sclerosis. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics North America*, 24, 573-592.
3. Karaduman, A.A., Aksu Yıldırım S., Tunca Yılmaz, Ö. (2013). İnme Sonrası Fizyoterapi ve Rehabilitasyon. Ankara: Pelikan Yayınevi.
4. Harris, J.E., Eng, J.J., Marigold, D.S., Tukuno, C.D. ve Louis, C.L. (2005). Relationship of balance and mobility to fall incidence in people with chronic stroke. *Physical Therapy*, 85, 150-185.

5. Mackintosh, S.F., Hill, K., Dodd K.J., Goldie, P. ve Culham, E. (2005). Falls and injury preventation should be a part of every stroke rehabilitation plan. *Clinical Rehabilitation*, 19, 441-451.
6. Weerdestyn, V., de Niet, M., van Duijnhoven, H.R.J., ve Geurts, A.C.H. (2008). Falls in individuals with stroke. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 45, 1195-1214.
7. Edelstein, J.E. (2013). Assistive devices for ambulation. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics North America,* 24, 291-303.
8. Tyson, S.F. (1999). Trunk kinematics in hemiplegic gait and the effect of walking aids. *Clinical Rehabilitation*, 13, 295-300.
9. Bateni, H. ve Maki, B.E. (2005). Assistive devices for balance and mobility: Benefits, demans, and adverse concequences. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86, 134-145.
10. Buurke, J.H., Hermens, H.J., Erren-Wolters, C.V. ve Nene, A.V. (2005). The effect of walking aids on muscle activation patterns during walking in stroke patients. *Gait & Posture*, 22, 164-170.
11. Van Hook, F.W., Demonbreun, D. ve Weiss, B.D. (2003). Ambulatory devices for chronic gait disorders in the elderly. *American Family Physician,* 67(8), 1717-1724.
12. Alkjær, T., Larsen, P.K., Pedersen, G., Nielsen, L.H. ve Simonsen, E.B. (2006). Biomechanical analysis of rollator walking. *BioMedical Engineering OnLine,* 5, 2.
13. Rice, L.A., Ousley, C. ve Sosnoff, J.J. (2014). A systematic review of risk factors associated with accidental falls, outcome measures and interventions to manage fall risk in non-ambulatory adults. *Disability & Rehabilitation*. 1-9.
14. Stokes, M. ve Stack, E. (2013). *Physical Management for Neurological Conditions*. China: Churchill Livingstone Elsevier.
15. Medley, A., Thompson, M. ve French, J. (2006). Predicting the probability of falls in community, dwelling persons with brain injury: A pilot study. *Brain Injury*, 20, 1403-1408.
16. Nilsagard, Y., Lundholm, C., Denison, E. ve Gunnarsson, L.G. (2009). Predicting accidental falls in people with multiple sclerosis: A longitudinal study. *Clinical Rehabilitation*, 23, 259-269.
17. Kim, O. ve Kim, J.H. (2014). Falls and use of assistive devices in stroke patients with hemiparesis: Association with balance ability and falls efficacy. *Rehabilitation Nursing*, 0: 1-8.
18. Jeka, J.J. (1997). Light touch contact as a balance aid. *Physical Therapy*, 77(5), 476- 487.
19. Baccini, M., Rinaldi, L.A., Federighi, G., Vanunucchi, L., Paci, M. ve Masotti, G. (2007). Effectiveness of fingertip light contact in reducing postural sway in older people. *Age and Ageing,* 36, 30-35.
20. Maki, B.E., Holliday, P.J. ve Topper, A.K. (1994). A prospective study of postural balance and risk of falling in an ambulatory and independent elderly population. *Journal of Gerontology,* 49 (2), M72-84.
21. IJmker, T., Houdijk, H., Lamoth, C.J., Jarbandhan, A.V., Rijntjes, D., Beek, P.J. ve van der Woude, L.H. (2013). Effect of balance support on the energy cost of walking after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94, 2255-2261.
22. Ulkar, B., Yavuzer, G., Guner, R. ve Ergin, S. (2003). Energy expenditure of the paraplegic gait: Comparison between different walking aids and normal subjects. *International Journal of Rehabilitation Research*, 26 (3), 213-217.
23. Jeong, Y.G., Jeong, Y.J., Kim, T., Han, S.H., Jang, S.H., Kim, Y.S. ve diğerleri. (2015). A randomized comparison of energy consumption when using different canes, inpatients after stroke. *Clinical Rehabilitation*. 29(2), 129-34.
24. Menz, H.B., Lord, S.R. ve Fitzpatrick, R.C. (2003). Age-related differences in walking stability. *Age and Ageing,* 32(2), 137-142.
25. Verghese, J., Holtzer, R., Lipton, R.B. ve Wang, C. (2009). Quantitative gait markers and incident fall risk in older adults. *Journal of Gerontology A Biological Sciences and Medical Sciences*, 64(8), 896-901.
26. Maki, B.E. (1997). Gait changes in older adults: Predictors of falls or indicators of fear. *Journal of American Geriatrics Society*, 45(3), 313-320.
27. Hausdorff, J.M., Edelberg, H.K., Mitchell, S.L, Goldberger, A.L. ve Wei, J.Y. (1997). Increased gait unsteadiness in community-dwelling elderly fallers. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78(3), 278-283.
28. Hausdorff, J.M., Rios, D.A. ve Edelberg, H.K. (2001). Gait variability and fall risk in community-living older adults: A 1-year prospective study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(8), 1050-1056.
29. Hardi, I., Bridenbaugh, S.A., Gschwind, Y.J. ve Kressig, R.W. (2014). The effect of three different types of walking aids on spatiotemporal gait parameters in community-dwelling older adults. *Aging and Clinical Experimental Research*, 26, 221-228.
30. Lord, S. (2007). *Falls in Older People Risk Factors and Strategies for Prevention* (2. bs.). New York: Cambridge University Press.
31. Nyberg, L., ve Gustafson, Y. (1995). Patient falls in stroke rehabilitation. A challenge to rehabilitation strategies. *Stroke*, 26(5), 838-842.
32. Bradley, S.M. ve Hernandez, C.R. (2011). Geriatric assistive devices. *American Academy of Family Physicians*, 84(4), 405-411.
33. Belgen, B., Beninato, M., Sullivan, P.E. ve Narielwalla, K. (2006). The association of balance capacity and falls self-efficacy with history of falling in community-dwelling people with chronic stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87, 554-561.
34. Batchelor, F., Hill, K., Mackintosh, S. ve Said, C. (2010). What works in falls prevention after stroke? a systematic review and meta-analysis. *Stroke*, 41, 1715-1722.
35. Hsu, A., Tang, P. ve Jan, M. (2003). Analysis of impairments influencing gait velocity and asymmetry of hemiplegic patients after mild to moderate stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84, 1185-1193.
36. Verma, R., Arya, K.N., Sharma, P. ve Garg, R.K. (2012). Understanding gait control in post-stroke: Implications for management. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 16(1), 14-21.
37. Kuan, T.S., Tsou, J.Y. ve Su, F.C. (1999). Hemiplegic gait of stroke patients: The effect of using a cane. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation,* 80, 777-784.
38. Guillebastre, B., Rougier, P.R., Sibille, B., Chrispin, A., Detante, O. ve Perennou, D.A. (2012). When might a cane be necessary for walking following a stroke? *Neurorehabilitation and Neural Repair,* 26(2), 173-177.
39. Thurston, A. ve Harris, J. (1983). Normal kinematics of the lumbar spine and pelvis. *Spine*, 8, 199-205.
40. Carr, R. ve Shepherd, J. (1982). *A motor Re-Learning Programme For Stroke*. London: Heinemann Medical.
41. Barbeau, H. (2003). Locomotor training in neurorehabilitation: Emerging rehabilitation concepts. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 17(1), 3-11.

42. MacKay-Lyons M. (2002). Central pattern generation of locomotion: A review of the evidence. *Physical Therapy*, 82, 69-83.
43. Gjelsvik, B.E. (2008). *The Bobath Concept in Adult Neurology*. Stuttgart: Thieme.
44. Baetens, T., De Kegel, A., Palmans, T., Oostra, K., Vanderstraeten, G. ve Cambier, D. (2013). Gait analysis with cognitive-motor dual tasks to distinguish fallers from nonfallers among rehabilitating stroke patients. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94, 680-686.
45. Allet, L., Leeman, B., Guyen, E., Murphy, L., Monnin, D., Herrman, F.R. ve diğerleri. (2009). Effect of different walking aids on walking capacity of patients with poststroke hemiparesis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation,* 90, 1408-1413.
46. Polese, J.C., Teixeira-Salmela, L.F., Nascimento, L.R., Faria, C.D.M., Kirkwood, R.N., Laurentino, G.C. ve diğerleri. (2012). The effects of walking sticks on gait kinematics and kinetics with chronic stroke survivors. *Clinical Biomechanics*, 27, 131-137.
47. Soyuer, F. ve Öztürk, A. (2007). The effect of spasticity, sense and walking aids in falls of people after chronic stroke. *Disability & Rehabilitation*, 29(9), 679-687.
48. Laufer, Y. (2002). Effects of one-point and four-point canes on balance and weight distribution in patients with hemiparesis. *Clinical Rehabilitation*, 16, 141-148.
49. Baum, H.M. ve Rothschild, B.B. (1983). Multiple sclerosis and mobility restriction. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 64, 591-596.
50. Pittock, S.J., Mayr, W.T., McClelland, R.L., Jorgensen, N.W., Weigand, S.D., Noseworthy, J.H. ve diğerleri. (2004). Change in MS-related disability in a population-based cohort: A 10-year follow-up study. *Neurology*, 62(1), 51-59.
51. Cattaneo, D., De Nuzzo, C., Fascia, T., Macalli, M., Pisoni, I. ve Cardini, R. (2002). Risks of falls in subjects with multiple sclerosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation,* 83(6), 864-7.
52. Sosnoff, J.J., Socie, M.J., Boes, M.K., Sandroff, B.M., Pula, J.H., Suh, Y. ve diğerleri. (2011). Mobility, balance and falls in persons with multiple sclerosis. *PLoS ONE*, 6(11), e28021.
53. Finlayson, M., Guglielmello, L. ve Liefer, K. (2001). Describing and predicting the possession of assistive devices among persons with multiple sclerosis. *American Journal of Occupational Therapy*, 55(5), 545-51.
54. Gulick, E.E. (2001). Emotional distress and activities of daily living functioning in persons with multiple sclerosis. *Nursing Reserarch*, 50(3), 147-154.
55. Constantinescu, R., Leonard, C., Deeley, C. ve Kurlan, R. (2007). Assistive devices for gait in Parkinson's disease. *Parkinsonism and Related Disorders*, 13, 133-138.
56. Cubo, E., Moore, C.G., Leurgans, S. ve Goetz, C.G. (2003). Wheeled and standard walkers in Parkinson's disease patients with gait freezing. *Parkinsonism and Related Disorders*, 10(1), 9-14.
57. Kompoliti, K., Goetz, C.G. ve Laeurgans, S. (2000). ''On'' freezing in Parkinson's disease: Resistance to visual cue walking devices. *Movement Disorders*, 15, 309-12.
58. Soensook, W., Phonthee, S., Srisim, S., Mato, L., Wattanapan, P. ve Amatachaya, S. (2014). Ambulatory assistive devices and walking performance in patients with incomplete spinal cord injury. *Spinal Cord*, 52, 216-219.
59. Amatachaya, S., Wannapakhe, J., Arrayawichanon, P., Siritarathiwat, W. ve Wattanapun, P. (2011). Functional abilities, incidences of complications and falls of patients with spinal cord injury 6 months after discharge. *Spinal Cord*, 49, 520-524.
60. Brotherton, S.S., Krause, J.S. ve Nietert, P.J. (2007). Falls in individuals with incomplete spinal cord injury. *Spinal Cord*, 45, 45-37.
61. Phonthee, S., Saengsuwan, J. ve Amatachaya, s. (2013). Falls in independent ambulatory patients with spinal cord injury: incidence, associated factors and levels of ability. *Spinal Cord*, 51, 365-368.
62. Graafmans, W.C., Lips, P., Wijlhuizen, G.J., Pluijm, S.M. ve Bouter, L.M. (2003). Daily physical activity and the use of a walking aid in relation to falls in elderly people in residential care setting. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 36(1), 23-28.
63. Ashton-Miller, J.A., Yeh, M.W., Richardson, J.K. ve Galloway, T.A. (1996). A cane reduces loss of balance in patients with peripheral neuropathy: Results from a challenging unipedal balance test. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 77 (5), 446-52.
64. Nandapalan, V., Smith, C.A., Jones, A.S. ve Lesser, T.H. (1995). Objective measurement of the benefit of walking sticks in peripheral vestibular balance disorders, using the Sway Weigh balance platform. *Journal of Laryngology and Otology*, 109(9), 836-40.