TÜRKİYE CUMHURİYETİ
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ

SUBAKUT İNMELİ HASTALARIN REHABİLİTASYONUNDA XBOX KİNECT™ OYUN SİSTEMİNİN UYGULANABİLİRLİĞİ, GÜVENİLİRLİĞİ VE ETKİNLİĞİ: TEK KÖR RANDOMİZE KONTROLLÜ PİLOT ÇALIŞMA

Dr. Tuba ALIŞKAN TÜRKBEY

FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI
TIPTA UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Haydar GÖK

ANKARA
2014

ANKARA ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
TEZ SINAVI TUTANAĞI

I. UZMANLIK ÖĞRENCİSİNİN		
Adı, Soyadı	: Dr. Tuba ALIŞKAN TÜRKBEY	**Tarih:** 01 /09 / 2014
Anabilim/Bilim Dalı	: Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon A.B.D	
Tez Danışmanı	: Prof. Dr. Haydar GÖK	

II. TEZ İLE İLGİLİ BİLGİLER

Tezin Başlığı: Subakut İnmeli Hastaların Rehabilitasyonunda Xbox Kinect™ Oyun Sisteminin Uygulanabilirliği, Güvenilirliği ve Etkinliği: Tek Kör Randomize Kontrollü Pilot Çalışma

Tezin Niteliği: ■ Ana Dal Uzmanlık Tezi ☐ Yan Dal Uzmanlık Tezi

Kaçıncı tez sınavı olduğu: ☐ 1 ☒ 2 ☐ 3

III. KARAR

Yapılan tez sınavı sonucunda yukarıda belirtilen tezin "Tıpta Uzmanlık Tezi" olarak

☒ Kabulüne

☐ Reddine

☐ Düzeltmeler yapıldıktan sonra tekrar değerlendirilmesine

oy birliği / oy çokluğu ile karar verilmiştir.

IV. AÇIKLAMALAR

Lütfen, tezin reddi veya düzeltme istenmesi durumunda gerekçeli açıklamalarınızı buraya yazınız

Jüri Başkanı

Unvanı, Adı, Soyadı

Prof. Dr. Safiye TUNCER

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi

Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

Jüri Üyesi

Unvanı, Adı, Soyadı

Prof. Dr. Haydar GÖK

Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi

Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

Jüri Üyesi

Unvanı, Adı, Soyadı

Prof. Dr. Murat ERSÖZ

Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Tıp Fakültesi

Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim süresince her konuda yakın ilgi ve yardımlarını gördüğüm, değerli bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım saygıdeğer hocalarım Prof. Dr. Süreyya Ergin, Prof. Dr. Mesut Birol Atay, Prof. Dr. Gülay Dinçer, Prof. Dr. Recep Bülent Seçkin, Prof. Dr. Peyman Yalçın, Prof. Dr. Safiye Tuncer, Prof. Dr. Ayşe Küçükdeveci, Prof. Dr. Şebnem Ataman, Prof. Dr. Şehim Kutlay, Prof. Dr. Yeşim Kurtaiş Aytür, Prof. Dr. Birkan Sonel Tur, Doç. Dr. Nurben Süldür ve Doç Dr. Ayşe Bölükbaşı'na eğitimimdeki emek ve katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Tez çalışmamın her aşamasında bana yol gösteren, değerli yardım ve desteklerini esirgemeyen, eğitimimde büyük katkıları olan ve beraber çalışmaktan büyük mutluluk duyduğum saygıdeğer tez sorumlusu hocam Prof. Dr. Haydar Gök'e ayrıca teşekkürlerimi sunuyorum.

Tezimin istatistiksel değerlendirmesinde yardımlarını esirgemeyan Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik Anabilim Dalı öğretim görevlisi sayın Dr. İst. Can Ateş'e teşekkür ederim.

Rotasyonlarım sırasında bilgi ve deneyimlerinden yararlandığım saygıdeğer hocalarıma; uzmanlık eğitimim boyunca beraber çalıştığım, pekçok şey paylaştığım ve aynı çalışma ortamında olmaktan her zaman mutluluk duyduğum tüm asistan arkadaşlarıma; beraber uyum içinde çalıştığımız tüm klinik hemşirelerine, tüm fizyoterapistlere, tüm klinik sekreterlerine ve tüm klinik personeline teşekkür ederim.

Tez çalışmamdaki katkılarından dolayı fizyoterapist Sayın Umut Kurban Coşkun'a ayrıca teşekkür ederim.

Hayatım boyunca her koşulda yanımda olan ve benden desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen canım annem Hüsniye Alışkan'a, babam Mahmut Alışkan'a, ablam Kübra Alışkan'a; her zaman yanımda olan, bana her konuda destek veren ve tezimin yazım aşamasında teknik yardımlarını esirgemeyen sevgili eşim Galip Tuna Türkbey'e çok teşekkür ederim.

Dr. Tuba ALIŞKAN TÜRKBEY

2014

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY SAYFASI ..... **i**
ÖNSÖZ ..... **ii**
İÇİNDEKİLER ..... **iii**
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ ..... **v**
ŞEKİLLER DİZİNİ ..... **vi**
TABLOLAR DİZİNİ ..... **vii**
1. GİRİŞ **1**
2. GENEL BİLGİLER **4**
2.1. İnme Tanımı 4
2.2. İnme Epidemiyolojisi 4
2.3. İnme Tipleri 7
2.4. İnme Risk Faktörleri 9
2.5. İnme Sonrası Motor Etkilenme ve Motor İyileşme 11
2.6. Üst Ekstremite Rehabilitasyonunda Kullanılan Tedavi Yöntemleri 13
2.7. Sanal Gerçeklik (SG) Tedavisi 25
3. GEREÇ VE YÖNTEM **35**
3.1. Hasta Alım Süreci 35
3.2. Randomizasyon ve Gizlilik 37
3.3. Körleme 38
3.4. Tedavi Protokolü 38
3.5. Değerlendirme Yöntemleri 43
3.6. Sonlanım Parametreleri 48
3.7. İstatistiksel Analiz 49
4. BULGULAR **51**
4.1. Hastaların Özellikleri 51
4.2. Primer Sonlanım Parametreleri Bulguları 57
4.3. Sekonder Sonlanım Parametreleri Bulguları 63
5. TARTIŞMA **69**
6. SONUÇLAR **79**
ÖZET **81**

SUMMARY **82**
KAYNAKLAR **83**
EKLER **96**
EK 1. Mini Mental Durum Değerlendirme Testi 96
EK 2. Hasta Takip Formu 97
EK 3. Tedavi Gözlem Formu 101
EK 4. Modifiye Borg Skalası (Borg CR10) 102
EK 5. Yan Etki Bildirim Formu 103
EK 6. Hasta Geribildirim Anketi 105
EK 7. Kutu ve Küp Testi (Box and Blocks Test–BBT) 106
EK 8. Wolf Motor Fonksiyon Testi (WMFT) 107
EK 9. Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (FIM) 109
EK 10. Brunnstrom Motor Evrelemesi (BME) 110
EK 11. Modifiye Ashworth Spastisite Evrelemesi (MAS) 112

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

dk..... : Dakika
dL ..... : Desilitre
m^2 ..... : Metrekare
mg..... : Miligram
mL ..... : Mililitre
ABD ..... : Amerika Birleşik Devletleri
AİD..... : Amerikan İnme Derneği
AKD ..... : Amerikan Kalp Derneği
BBT..... : Kutu ve Küp Testi (Box and Blocks Test)
BME ..... : Brunnstrom Motor Evrelemesi
Borg CR10 .... : Modifiye Borg Skalası (Borg Category-Ratio Scale)
CID..... : Klinik olarak önemli değişiklik (Clinically important difference)
EHA ..... : Eklem Hareket Açıklığı
ES..... : Elektrik Stimülasyonu
FES..... : Fonksiyonel Elektrik Stimulasyonu
FIM..... : Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği
FKÇ..... : Framingham Kalp Çalışması
HDL ..... : Yüksek yoğunluklu lipoprotein (High Density Lipoprotein)
MAS ..... : Modifiye Ashworth Skalası
MDC..... : Saptanabilen minimum değişim (Minimal Detectable Change)
MMDD..... : Mini Mental Durum Değerlendirme
NMES..... : Nöro Musküler Elektrik Stimulasyonu
PNF ..... : Proprioseptif (Periferal) Nöromusküler Fasilitasyon
RCP ..... : Royal College of Physicians
rTMS ..... : Repetitif Transkraniyal Manyetik Stimülasyon
SG..... : Sanal Gerçeklik
tDCS..... : Transkraniyal Direkt Akım Stimülasyonu
TENS..... : Transkutanöz Elektriksel Sinir Stimulasyonu
UHY-ME..... : Ulusal Hastalık Yükü-Maliyet Etkililik
WHO ..... : Dünya Sağlık Örgütü
WMFT..... : Wolf Motor Fonksiyon Testi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1. İnme tipleri 8
Şekil 3.1. Hasta alımı akış şeması 37
Şekil 3.2. Microsoft Kinect™ sensörü 39
Şekil 3.3. Microsoft Xbox 360™ oyun konsolu 40
Şekil 3.4. Oyunların ekran görüntüleri; Bowling (sol) ve Mouse Mayhem (sağ) 41
Şekil 3.5. Sol hemiplejik hastanın bowling oynarken görüntüleri 42
Şekil 3.6. Sol hemiplejik hastanın Mouse Mayhem oynarken görüntüleri 42
Şekil 3.7. Kutu ve küp testi 44
Şekil 3.8. WMFT Şablonu 46
Şekil 3.9. WMFT malzemeleri 46
Şekil 4.1. Tamamlanan tedavi süreleri sonuçları grafiği 58
Şekil 4.2. Hastaların Borg CR10 sonuçları grafiği 59
Şekil 4.3. Hasta geri bildirim anketi sonuçları grafiği 60
Şekil 4.4. Çalışma grubundaki hastaların yan etki sonuçları grafiği 62

TABLOLAR DİZİNİ

Tablo 3.1. Kullanılan Xbox Kinect™ oyunlarının özellikleri 41
Tablo 4.1 Hastaların sosyodemografik özellikleri 52
Tablo 4.2. Hastaların klinik özellikleri - 1 53
Tablo 4.3. Hastaların klinik özellikleri - 2 54
Tablo 4.4. Hastaların tedavi öncesi değerlendirme parametreleri 55
Tablo 4.5. Hastaların tedavi öncesi üst ekstremite aktif/pasif EHA ölçümleri 56
Tablo 4.6. Çalışma grubundaki hastaların oyun süreleri ve seans sayıları (n=10) 57
Tablo 4.7. Çalışma grubu hastalarının hasta geri bildirim anketi sonuçları (n=10)... 61
Tablo 4.8. Çalışma grubundaki hastaların yan etki sonuçları (n=10) 62
Tablo 4.9. BBT, WMFT, FIM ve BME sonuçlarındaki değişim 64
Tablo 4.10. MAS derecesi değişim miktarları 65
Tablo 4.11. Tedavi öncesi ve sonrası aktif/pasif EHA değişim miktarları 67

1. GİRİŞ

İnme, Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization-WHO) tarafından "24 saatten uzun süren veya ölümle sonuçlanan, vasküler kaynaktan başka görülebilir bir nedeni olmayan, hızlı gelişen, fokal (veya global) serebral fonksiyon bozukluğu sonucu ortaya çıkan klinik bulgular" olarak tanımlanmaktadır [1]. WHO verilerine göre inme, kardiyovasküler hastalıklardan ayrı olarak düşünüldüğünde 2008 yılında tüm ölüm nedenleri arasında kalp hastalıkları ve kanserden sonra üçüncü sırada yer almıştır [2]. WHO'ya göre inme, özellikle yüksek ve orta gelirli ülkelerde, uzun dönem yeti yetiminin önde gelen nedenlerinden biridir. İnmenin önlenmesi ve tedavisinde kaydedilen ilerlemelere rağmen, yüksek orandaki sıklığı ve mortalitesi ile toplumda büyük bir kesimi etkileyen ve hayatta kalan kişilerde ciddi yeti yitimine yol açan önemli bir sağlık sorunu olmaya devam etmektedir [3].

Yaşam süresinin uzaması, gelişen tedavi yöntemleri ile serebrovasküler atak sonrası akut dönemde elde edilen başarılı sonuçlarla sağkalımın artması, inmenin hasta, hasta yakınları ve toplum üzerine etkileri nedeniyle inme rehabilitasyonu son yıllarda giderek önem kazanmıştır. İnme rehabilitasyonunda hedef; mevcut yetersizliklere rağmen bireyin fonksiyonel bağımsızlık düzeyinin en yüksek düzeye çıkarılması ve yaşam kalitesinin arttırılmasıdır. Kişiyi topluma ve meslek hayatına yeniden kazandırma nihai hedeflerdir. Üst ekstremite fonksiyonlarında bozukluk inme sonrasında sık görülen önemli sorunlardandır. Ağrısız, hareketli, fonksiyonel bir üst ekstremitenin kazanılması en önemli hedeflerden birisidir.

Geleneksel rehabilitasyon yöntemleri motor fonksiyonların geri kazanılması ve özürlülüğün azaltılmasına sınırlı düzeyde yardım edebilmektedir [4]. Araştırmalar, inme sonrası nöroplastisiteyi ve bunu takiben motor fonksiyonlardaki düzelmeyi arttırmak amacıyla yoğun, tekrarlayıcı ve beceri odaklı egzersizlerin daha yararlı olduğunu göstermektedir [5, 6]. Ancak bu nitelikteki egzersizlerin sadece insan gücüne dayalı olarak uygulanabilmesi mümkün değildir. Zorunlu kullanım tedavisi, koşu bandı eğitimi ve robotik rehabilitasyon bu amaçla kullanılan ve yararlı olduğu gösterilmiş tedavi yöntemleridir. Ancak, bu yöntemler uygulama açısından zahmetli ve uygulayıcı bağımlı olup; zaman, para ve kaynaklar açısından maliyetli yöntemlerdir. Ayrıca hastaların alanında uzman personellerin bulunduğu kapsamlı rehabilitasyon merkezlerine başvurması gerekmektedir. Sürekli aynı egzersizleri

yapan hastalar bir süre sonra sıkılmaya başlamakta ve motivasyonlarını kaybetmektedir. Sonuçta egzersiz tedavisinin süresi ve etkinliği azalmaktadır. Medikal harcamaların artması, bu harcamaların geri ödenmesindeki problemler, uzun bekleme süreleri ve rehabilitasyon uzmanlarının sayısındaki eksiklikler nedeniyle; inme hastalarının rehabilitasyonunda düşük maliyetli, evde uygulanabilen tedavi yöntemlerine ihtiyaç duyulmaktadır [7]. Bu amaçla, günümüz tedavilerine ek olarak, son yıllarda başta bilgisayar oyunları olmak üzere sanal gerçeklik (SG) sistemleri inmeli hastaların rehabilitasyonunda kullanılmaya başlanmıştır.

Sanal gerçeklik sistemleri hastanın ilgisini ve motivasyonunu yüksek düzeyde tutarken, eğlenceli ve güvenli bir ortamda beceri odaklı egzersizlerin yapılmasına olanak verebilmektedirler. Böylece nöroplastisiteyi arttırmak için gerekli olan egzersiz yoğunluğu ve niteliğine erişilmesine de imkan sağlayabilmektedirler. Literatürde, sanal gerçeklik teknolojilerinin inmeli hastaların motor fonksiyonlarında iyileşmeyi arttırdığını gösteren çalışmalar mevcuttur [8-11]. Ancak bu alanda yapılan ilk çalışmalarda; karmaşık, pahalı ve bu konuda uzmanlaşmış personel ve uygun tesis gerektiren sanal gerçeklik sistemleri kullanılmıştır. Son yıllarda daha kolay, yaygın, ucuz ve erişilebilir nitelikte olmaları nedeniyle, eğlence sektöründe kullanılan bilgisayar oyun konsollarının inme rehabilitasyonunda kullanılmaya başlandığı dikkati çekmektedir [8, 12-21].

Nintendo Wii™ ve Sony Playstation Eyetoy™ oyun sistemlerinin kullanıldığı az sayıdaki çalışmada, bu sistemlerin inme rehabilitasyonunda uygulanabilir, güvenilir ve etkili yeni yöntemler olabileceği gösterilmiştir [12, 13]. Ancak ticari oyun konsollarının hareketi algılama teknolojilerinde bir takım kısıtlılıklar olduğu bilinmektedir. İnme rehabilitasyonunda egzersizlerin tam, doğru ve uygun şekilde yapılması çok önemlidir. Bu nedenle kullanılacak sistemlerin, hastanın hareketlerini doğru, hassas ve uygun bir şekilde izlemesi daha sonra da hastaya görsel, işitsel veya dokunsal olarak performansı ile ilgili bir geri bildirim vermesi gerekmektedir [7].

Microsoft Xbox Kinect™, aktif/pasif işaretleyiciler veya uzaktan kumanda aletine gerek olmadan gövde ve ekstremite hareketlerini üç boyutlu olarak hassas şekilde algılayabilen yüksek kamera teknolojisine sahip yeni oyun sistemlerinden birisidir. Literatürde tıp alanında, Kinect™ kamera sistemi kullanılarak yapılan araştırmalar az sayıda olup daha ziyade olgu sunumları ile sınırlıdır [7, 22-25].

Yakın zamanda Xbox Kinect™ oyun sisteminin inme rehabilitasyonunda kullanımı ile ilgili 2 çalışma yayınlanmıştır. Her 2 çalışma da kronik (>6 ay) inmeli hastalar üzerinde yapılmış ve oyun sisteminin etkinliği ortaya konulmuştur [26, 27]. Xbox Kinect™ oyun sistemi ve programlanan oyunlar sanal gerçeklik prensibine dayanmakla birlikte fiziksel ve zihinsel yönden sağlıklı insanlar gözönüne alınarak tasarlanmıştır. Bu nedenle bu sistemin yeni bir yöntem olarak tedavide kullanılmaya başlanmadan önce öncelikle güvenirlilik ve uygulanabilirliğinin gösterilmesi gereklidir. Bilgimize göre literatürde bu konuda daha önce yapılmış bir araştırma bulunmamaktadır. Buradan yola çıkarak pilot çalışmamızda öncelikle Xbox Kinect™ oyun sisteminin subakut inmeli hastalardaki uygulanabilirliği ve güvenirliğinin ortaya konulması amaçlanmıştır. İkincil olarak da oyun sisteminin üst ekstremite motor ve fonksiyonel iyileşme üzerine etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. İnme Tanımı

Dünya Sağlık Örgütü inmeyi "24 saatten uzun süren veya ölümle sonuçlanan, vasküler kaynaktan başka görülebilir bir nedeni olmayan, hızlı gelişen, fokal (veya global) serebral fonksiyon bozukluğu sonucu ortaya çıkan klinik bulgular" olarak tanımlamıştır [1]. Bu tanım subaraknoid hemoraji, intraserebral hemoraji ve serebral infarkt olgularını içerirken; geçici iskemik atak olgularını içermez [28]. "Global" terimi ile sadece, fokal nörolojik defisiti olmaksızın derin komada olan subaraknoid hemorajili hastalar kastedilmektedir [1, 28]. WHO'nun inme tanımı 1970 yılında sunulmuştur ve günümüzde halen bu tanım kullanılmaktadır [29]. Amerikan Kalp Derneği/Amerikan İnme Derneği (AKD/AİD-American Heart Association/American Stroke Association-AHA/ASA); 40 yılı aşkın bu süre içinde inmenin doğası, zamanlaması, klinik olarak tanınması, inmeyi taklit eden durumlar ve görüntüleme yöntemleri konularında meydana gelen gelişmelerin inme tanımının güncellenmesini gerektirdiğini belirtmişlerdir. Bu amaçla '21.yüzyıl için inme tanımının güncellenmesi' başlıklı bir AKD/AİD uzman konsensus raporu hazırlamışlardır ve bu rapor Mayıs 2013'te yayınlanmıştır [29]. Ancak tartışmalar sonucunda inme tanımı ile ilgili bu son öneriler, Avrupa İnme Örgütü (European Stroke Organization) ve Dünya İnme Örgütü (World Stroke Organization) tarafından kabul edilmemiştir. Bu nedenle bu çalışmada da WHO'nun inme tanımı kullanılmıştır.

2.2. İnme Epidemiyolojisi

2.2.1. İnme Prevalansı:

Amerikan Kalp Derneği Kalp Hastalıkları ve İnme İstatistiği 2014 güncelleme raporuna göre; 2010 yılında; 3 milyonu erkek, 3,8 milyonu kadın olmak üzere toplam 6,8 milyon 20 yaş ve üzeri Amerikalı'nın inme hastası olduğu saptanmıştır. Buna göre 2010 yılında Amerika'da inme prevalansı %2,8 olarak hesaplanmıştır. Erkeklerdeki inme prevalansı %2,6, kadınlardaki inme prevalansı ise %3,0 olarak bildirilmiştir [30].

2030 yılında 18 yaş ve üzeri inme hastalarına 3,4 milyon kişinin daha ekleneceği ve 2012 yılından itibaren prevalansın %20,5 artacağı tahmin edilmektedir [31].

2004 yılında tamamlanan Ulusal Hastalık Yükü-Maliyet Etkililik (UHY-ME) çalışmasına göre Türkiye'de serebrovasküler hastalık prevalansı toplamda ve her iki cinsiyette binde 3.19'dur [32].

2.2.2. İnme İnsidansı:

Amerikan Kalp Derneği Kalp Hastalıkları ve İnme İstatistiği 2014 güncelleme raporuna göre; her yıl yaklaşık 795 bin kişi (370 bin erkek, 425 bin kadın) yeni veya mükerrer inme geçirmektedir. Bunların yaklaşık 610 bini yeni, 185 bini tekrarlayan ataklardır. Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde ortalama her 40 saniyede bir kişi inme geçirmektedir [30].

2004 yılında tamamlanan UHY-ME çalışmasına göre Türkiye'de serebrovasküler hastalık insidansı toplamda 100 binde 69,6, erkeklerde 100 binde 67,1 ve kadınlarda 100 binde 72,1'dir [32].

2.2.3. İnme Mortalitesi:

Dünya Sağlık Örgütü verilerine göre 2008 yılında kardiyovasküler hastalıklara bağlı olarak tahmini 17,3 milyon kişi ölmüştür, bu sayı tüm ölümlerin %30'unu oluşturmaktadır [2]. Bu ölümlerin 7,3 milyonu koroner kalp hastalıklarına ve 6,2 milyonu inmeye bağlıdır [33]. İnme, kardiyovasküler hastalıklardan ayrı olarak düşünüldüğünde 2008 yılında tüm ölüm nedenleri arasında kalp hastalıkları ve kanserden sonra üçüncü sırada yer almıştır. İnmeyi dördüncü sırada kronik solunum sistemi hastalıkları izlemiştir [34].

Amerika Birleşik Devletleri'nde ortalama her 4 dakikada inme nedeni ile bir kişi ölmektedir. 2010 yılında ABD'deki her 19 ölümden ≈1 tanesinden inme sorumludur. ABD'de tüm ölüm nedenleri arasında inme; kalp hastalıkları, kanser ve kronik alt solunum yolu hastalıklarından sonra dördüncü sırada yer almaktadır. ABD'de 2010 yılında inmeye bağlı ölüm sayısı 129.476 (52.367 erkek, 77.109 kadın) olup, inme mortalitesi 100.000'de 39,1 olarak saptanmıştır [35].

Türkiye'de kronik hastalıklar içerisinde, kalp ve damar hastalıkları tüm ölüm nedenleri arasında ilk sırada yer almakta, özellikle iskemik kalp hastalıkları ve serebrovasküler hastalıklar ilk iki ölüm nedenini oluşturmaktadır. Türkiye'de ulusal düzeyde tüm yaş gruplarında görülen ilk 10 ölüm nedeni arasında serebrovasküler hastalıklar %15,0 ile ikinci sırada yer almaktadır (kadınlarda %15,7, erkeklerde

%14,5). Yaş gruplarına göre dağılımda ise serebrovasküler hastalıklar 0-14 yaş grubunda toplamda %0,9 ile on ikinci, 15-59 yaş grubunda %10,2 ve 60 yaş ve üzerinde %20,7 oranı ile ikinci ölüm nedenidir [32].

2.2.4. İnme Morbiditesi:

Dünya Sağlık Örgütü'ne göre inme, özellikle yüksek ve orta gelirli ülkelerde, uzun dönem yeti yetiminin önde gelen nedenlerinden biridir [3].

Amerika Birleşik Devletleri'nde inme, 2010 yılında yeti yitimi ile geçirilen yıl sayısına göre yapılan sıralamada ilk 18 hastalık arasında yer almıştır; 1990 ile 2010 yılları arasında bu 18 hastalıktan sadece inmenin sabit yaş aralığındaki oranı istatistiksel olarak anlamlı bir artış göstermiştir ($p<0.05$) [36].

Türkiye'de ulusal düzeyde en yüksek sakatlığa bağlı kayıp yaşam yılına neden olan hastalıklar arasında birinci sıradaki perinatal nedenlerden sonra, iskemik kalp hastalıkları %8,0 ve serebrovasküler hastalıklar %5,9 oranları ile sırasıyla ikinci ve üçüncü hastalık yükü nedenleridir. Altmış yaş ve üzerinde ise toplamda ve her iki cinsiyette hastalık yüküne neden olan ikinci hastalıktır [32].

Amerika Birleşik Devletleri'nde inme sonrası hastaneden taburcu olan hastaların yaklaşık %45'i doğrudan evlerine dönerken, %24'ü yataklı rehabilitasyon kliniklerine, %31'i ise özel bakım merkezlerine devredilmektedir [37]. Hastaların özel bakım merkezleri yerine yataklı rehabilitasyon kliniklerinde tedavi görebilmeleri imkanı, büyük ölçüde hastaların bu merkezlere uzaklığına ve bu merkezlerdeki yatakların müsaitliğine bağlıdır [38].

Framingham Kalp Çalışması (FKÇ, Framingham Heart Study)'nda, 65 yaş ve üzeri iskemik inme hastaları arasında, inme sonrası 6 ay içinde aşağıdaki morbiditeler gözlenmiştir [39]:

- Hemiparezi %50
- Desteksiz yürüyememe %30
- Bilişsel kayıp %46
- Depresif semptomlar %35
- Afazi %19
- Günlük yaşam aktivitelerinde bağımlılık %26
- Bakımevine yerleşme %26

2005 yılında ABD'deki 21 eyalet ve Columbia Bölgesi (District of Columbia) 'nde yapılan anket verilerine göre, inme hastalarının %30,7'si ayaktan rehabilitasyon tedavisi almıştır. Bu bulgular, ayaktan inme rehabilitasyonu alan inme hastası prevalansının, tüm inme hastaları için klinik pratik kılavuzu önerileri takip edildiğinde ortaya çıkması beklenen değerden daha az olduğunu göstermektedir [40].

İnme sonrası kadınlardaki yeti yitimi erkeklerden daha fazladır. Başlangıçta, ambulatuvar olan 65 yaş üzeri kişilerde, inme sonrası günlük yaşam aktivitelerinde bağımsız olma olasılığının, kadınlarda erkeklerin yarısı kadar olduğu bulunmuştur [41]. Bir diğer çalışmada, kadınların taburculuktan 3 ay sonrasında, günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlık elde etme olasılığının, erkeklerden %63 daha az olduğu bulunmuştur [42].

2.2.5. İnmenin Ekonomik Yükü:

2010 yılında ABD'de, inmenin doğrudan ve dolaylı maliyetinin 36,5 milyar Amerikan Doları olduğu hesaplanmıştır. Bunun 20,6 milyar dolarının doğrudan tıbbi maliyet olduğu tahmin edilmektedir. Bu maliyetin içinde, hastaneye ayaktan tedavi için başvurular, hastanede yataklı tedavi, acil servis başvuruları, reçete edilen ilaçlar ve evde sağlık hizmetleri yer almaktadır [30]. ABD'de iskemik inmenin tahmin edilen kişi başı yaşam boyu ortalama maliyeti 140.048 dolardır. Bu, yatan hasta bakımı, rehabilitasyon ve mevcut kayıplar için gerekli takip bakımlarını içermektedir [43]. 2012 ve 2030 yılları arasında, inmeye bağlı doğrudan tıbbi toplam maliyetin üç katına çıkacağı tahmin edilmektedir; 71,6'dan 184,1 milyar dolara [31]. 2001 ile 2005 yılları arasında, yatarak rehabilitasyon gören bir hastanın, taburculuk sonrası ilk yıldaki ayaktan inme rehabilitasyon hizmetleri ve ilaçlarının ortalama maliyetinin 11.145 dolar olduğu saptanmıştır. Ortalama yıllık ilaç maliyeti 3.376 dolar, rehabilitasyon hizmeti maliyeti de 7.318 dolar olarak hesaplanmıştır [44].

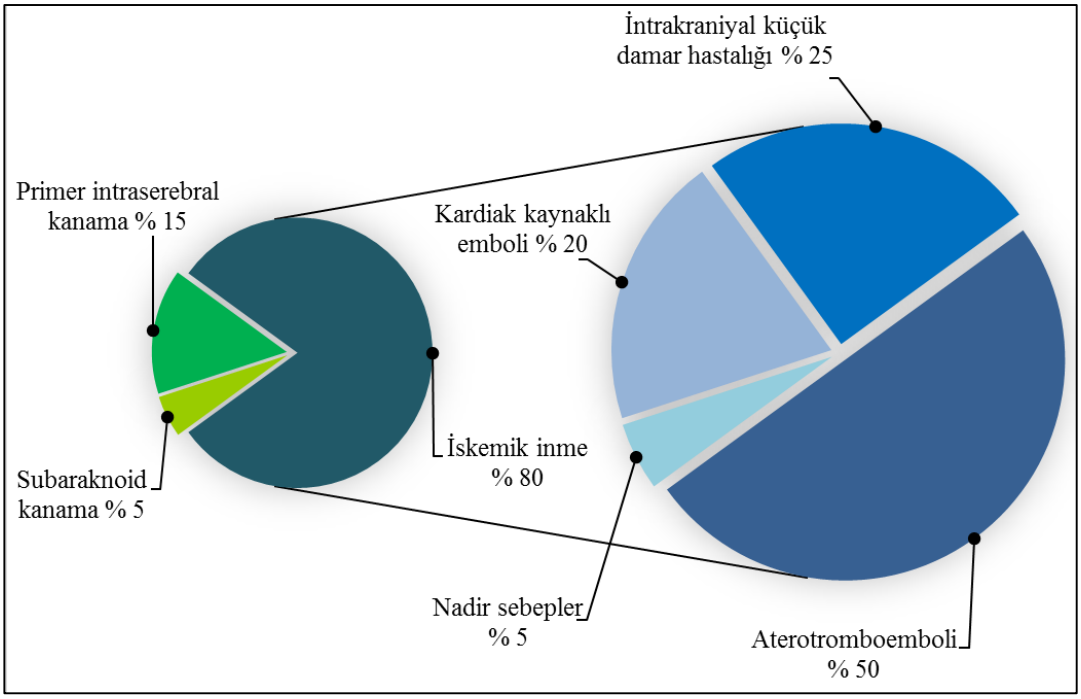
2.3. İnme Tipleri

İnme; WHO tarafından iskemik inme veya hemorajik inme olmak üzere 2 ana gruba ayrılmaktadır. Hemorajik inmeler ise, intraserebral kanamaya veya subaraknoid kanamaya bağlı inmeler olmak üzere 2 gruba ayrılmaktadır. Gelişmiş ülkelerde inmelerin %75-80'i iskemiye bağlı iken, %10-15'i primer intraserebral kanamaya ve %5-10'u ise subaraknoid kanamaya bağlıdır [45]. AKD Kalp

Hastalıkları ve İnme İstatistiği 2014 güncelleme raporuna göre ise; tüm inmelerin %87'si iskemik inme ve %10'u intraserebral kanama, %3'ü subaraknoid kanamaya bağlı inmelerdir [30].

2.3.1. İskemik İnme (%75-80):

Beyazlarda tüm iskemik inmelerin %50'sinden ekstrakraniyal veya daha az sıklıkla büyük intrakraniyal arterlerin aterotrombotik hastalığı sorumlu iken, %20'sinden kalpten kaynaklanan emboliler, %25'inden laküner infarkt olarak adlandırılan, küçük, derin, perforan serebral arterlerin oklüzyonu ve geriye kalan kısmından daha nadir görülen durumlar sorumludur [45] (Şekil 2.1)



Şekil 2.1. İnme tipleri

2.3.2. Hemorajik İnme:

- **İntraserebral kanama (%10-15):** Doğrudan beyni besleyen arterlerden kaynaklanan kanama sonucu ortaya çıkar. En belirgin nedeni hipertansiyondur [45].
- **Subaraknoid kanama (%5-10):** Olguların yaklaşık %80'inin nedeni intrakraniyal sakküler anevrizmaların rüptürüdür [45].

2.4. İnme Risk Faktörleri

Epidemiyolojik çalışmalar sonucunda inmenin pek çok risk faktörü ortaya konulmuştur. Bu risk faktörlerinden bazıları değiştirilemeyen bazıları ise değiştirilebilir risk faktörleridir.

2.4.1. Değiştirilemeyen Risk Faktörleri:

- **Yaş:** En önemli değiştirilemeyen risk faktörü yaştır. 55 yaşından sonraki her on yılda inme geçirme riskinin iki kat arttığı gösterilmiştir [46].
- **Cinsiyet:** Kadınların yaşamları boyunca inme geçirme riski erkeklerden daha fazladır. FKÇ'ye göre, 55-75 yaş arası kişilerde inme riski kadınlar için her beş kişide bir (%20 - %21), erkekler için ise her 6 kişide birdir (%14 - %17) [47]. FKÇ verilerine göre, beyaz kadınların 45-84 yaş arası inme riskleri beyaz erkeklere göre daha düşük iken, bu durum daha ileri yaşlarda tersine dönmekte ve 85 yaş üzeri kadınlarda inme riskleri erkeklere göre daha yüksek olmaktadır [48]. Benzer şekilde, İsveç'te yapılan popülasyon temelli bir çalışmada, inme insidansının 55-64 yaş aralığında kadınlarda erkeklerden daha düşük olduğu, fakat 75-85 yaşları arasında bu durumun tersine döndüğü ve kadınların erkeklerden daha yüksek insidansa sahip olduğu tespit edilmiştir [49]. Bununla birlikte diğer çalışmalar, inme riskinin erkeklerde kadınlarla karşılaştırıldığında daha fazla olduğunu, bu durumun yaşam boyu devam ettiğini veya yaşla birlikte azaldığını ancak tersine dönmediğini rapor etmişlerdir [50-54].
- **Irk:** Amerika'da 2003-2010 yılları arasında yürütülmüş bir ulusal kohort çalışmasında yaşa ve cinsiyete göre düzeltilmiş, siyah/beyazlarda görülen inme insidansı oranının 1,51 olduğu, ancak bu oranın 45-54 yaş aralığında 4,02 olduğu, 85 yaş ve üzerinde ise oranın 0,86'ya düştüğü saptanmıştır [55].
- **Aile hikayesi ve genetik:** FKÇ ile; anne veya babada ≤ 65 yaşta görülen iskemik inmenin, bilinen diğer inme risk faktörleri ile ilgili düzeltmeler yapıldıktan sonra bile, çocuklarda görülen iskemik inme riskindeki 3 kat artış ile ilişkili olduğu kanıtlanmıştır [56].
- **Erken menopoz:** FKÇ verileri analizinde, doğal menopoz yaşı <42 olan kadınların iskemik inme riskinin, doğal menopoz yaşı >42 olan

kadınlarınkinin iki katı olduğu bulunmuştur [57]. Ancak bir diğer çalışmada, doğal menopoz yaşı ile iskemik veya hemorajik inme riski arasında ilişki saptanmamıştır [58].

2.4.2. Değiştirilebilir Risk Faktörleri:

- **Yüksek kan basıncı:** Hem iskemik inme hem de intraserebral hemorajiler için güçlü bir risk faktörüdür. İlk kez inme geçiren hastaların yaklaşık %77'sinin kan basıncının > 140/90 mmHg olduğu saptanmıştır [30]. Sistolik kan basıncındaki her 10 mmHg'lık artış sonucu; beyazlarda inme riskindeki artış ≈%8 iken, siyahi Amerikalılardaki artış %24'tür [59].
- **Diyabetes mellitus:** İskemik inme insidansını tüm yaşlarda arttırır, ancak risk, hem beyazlar hem siyahlar için, 65 yaşından önce en belirgindir [30].
- **Kalp ritim bozuklukları:** Atriyal fibrilasyon inme için güçlü bir risk faktörüdür, tüm yaşlarda inme riskini bağımsız olarak 5 kat arttırır. Atriyal fibrilasyona atfedilebilir inme yüzdesi 50-59 yaş arasında %1,5 iken, 80-89 yaş aralığında %23,5'dir [60, 61].
- **Yüksek kan kolesterolü ve diğer lipidler:** Bazı prospektif çalışmalarda total kolesterol düzeyi ile iskemik inme arasında ilişki saptanırken [62-64], diğer çalışmalarda bu ilişki gösterilememiştir [65-67]. Yüksek yoğunluklu lipoprotein (High Density Lipoprotein-HDL) kolesterolün düşük seviyelerinin gelecekteki tromboembolik inme riski ile yüksek seviyelere, göre daha çok ilişkili olduğu öne sürülmüştür [68]. 23 çalışmanın incelendiği bir meta-analizde, düşük HDL kolesterol düzeyi ile inme riski arasında anlamlı ilişki gösterilememiştir [69]. Trigliserit seviyelerindeki kademeli artışın, hem erkeklerde hem de kadınlarda, iskemik inme riskindeki artış ile ilişkili olduğu saptanmıştır. Total kolesterol seviyelerinin kademeli artışının ise, kadınlarda iskemik inme riski ile ilişkili olmadığı; fakat erkeklerde 9 mmol/l üzerindeki seviyelerin ilişkili olduğu saptanmıştır [70].
- **Sigara kullanımı:** Sigara kullananlar, sigara kullanmayanlar veya 10 yıldan fazla süre önce sigarayı bırakmış kişilerle karşılaştırıldığında, 2-4 kat artmış inme riskine sahiptir. Sigara kullanımı, iskemik inme ve subaraknoid kanama için bir risk faktörüdür; ancak intraserebral kanama ile ilgili veriler daha az tutarlıdır [71, 72].

- **Fiziksel inaktivite:** Orta-yoğun fiziksel aktivitenin, iskemik inme riskinde %35 azalma oluşturduğu saptanmıştır. Hafif egzersizin (örneğin yürüme) ise fayda sağlamadığı gösterilmiştir [73].
- **Beslenme:** Zeytinyağı ve kuru meyveden zengin Akdeniz tipi diyeti, inme riskini azaltmaktadır [74]. Haftada ≥5 porsiyon balık tüketiminin, haftada <1 porsiyon balık tüketimi ile karşılaştırıldığında, inme riskinde %12'lik azalmaya neden olduğu saptanmıştır [75]. Günde ≥7 porsiyon meyve ve sebze tüketen insanlarda, günde sadece 1 porsiyon tüketenlere göre, inme riski %19 daha düşük saptanmıştır. Bu etki sadece hipertansiyonu olmayan kişilerde gözlenmiştir [76].
- **Kronik böbrek hastalığı:** Kreatinin düzeyi ≥1,5 mg/dL olan kişilerde, inme riski artmaktadır [77]. Benzer şekilde glomerüler filtrasyon hızı azalmış kişilerde inme riski yüksektir [78]. Glomerüler filtrasyon hızı <60 mL/dk/1.73 m^2 olan hastalarda, inme riskinin %43 arttığı gösterilmiştir [79].
- **Hormon replasman tedavisi:** Sadece östrojen veya östrojen ile birlikte progesteron kullanımı, post menopozal dönemde, inme riskini arttırmaktadır [80].
- **Uyku apnesi:** Obstrüktif uyku apnesinin, erkeklerde iskemik inme riski ile ilişkili olduğu, ancak kadınlarda ilişkili olmadığı saptanmıştır [81].
- **Diğer risk faktörleri:** Asemptomatik karotis darlığı, orak hücreli anemi, hiperhomosisteinemi, hiperkoagülabilite, obezite, alkol kullanımı.

2.5. İnme Sonrası Motor Etkilenme ve Motor İyileşme

Fonksiyonel hareket kaybı, inmenin sık görülen sonuçlarından biridir ve buna yönelik olarak birçok tedavi yöntemi geliştirilmiştir. İnmenin hasta ve ailesi üzerindeki en büyük etkileri uzun süreli bozukluklar, aktivitelerin kısıtlanması (yeti yitimi) ve azalmış katılım (handikap) sebebiyle olmaktadır [4]. İlk kez inme geçiren hastaların %70-85'ine hemipleji eşlik etmektedir [82]. Yatarak rehabilitasyon tedavisine ihtiyaç duyan hemiplejik kişilerin sadece %60'ı, inme sonrası 6. ayda, tuvalet ve kısa mesafe yürüme gibi basit günlük yaşam aktivitelerinde fonksiyonel bağımsızlık elde etmektedir [83, 84]. İnme hastalarında %85'e varan oranlarda

hemiparezi gelişmekte ve hayatta kalan hastaların %55-75'inde, azalmış yaşam kalitesi ile birlikte motor defisit devam etmektedir [85].

İnmenin sebep olduğu en yaygın ve bilinen bozukluk motor etkilenmedir. Bu etkilenme kas kontrolü veya hareketin fonksiyonel kaybı veya kısıtlanması, ya da mobilitenin kısıtlanması şeklinde görülebilir. İnme sonrası motor etkilenme, tipik olarak vücudun bir tarafının yüz, kol ve bacak hareketlerinin kontrolünü etkiler ve bu durum hastaların yaklaşık %80'inde görülür [4]. Bu nedenle, inme rehabilitasyonu sürecinde fizyoterapistlerin ve iş uğraşı terapistlerinin çalışmaları, çoğunlukla etkilenmiş hareketin ve ilişkili fonksiyonun iyileşmesi üzerine odaklanmıştır. Motor etkilenme ve fonksiyon arasında doğrudan bir ilişki olduğu görülmektedir. Örneğin; bağımsız yürüme (fonksiyon) alt ekstremite kas gücü (etkilenme) ile ilişkilidir [86].

Motor etkilenme; motor korteks, premotor korteks, motor yollar, serebrum veya serebellumdaki ilişkili yolakların iskemik veya hemorajik hasarından kaynaklanabilir [4]. Bu bozukluklar, kişinin günlük yaşam aktivitelerini tamamlama yeteneğini ve günlük hayata katılım durumunu etkiler [87]. Motor becerilerdeki değişiklikler birkaç mekanizma aracılığı ile ortaya çıkar: eski haline geri dönme, yerine koyma veya kompanze etme [4]. Levin ve ark., WHO Uluslararası İşlevsellik, Yeti Yitimi ve Sağlık Sınıflandırması çerçevesine göre, motor iyileşme ve motor kompanzasyon terimlerini ayırmışlardır. Motor iyileşme; başlangıçta kaybedilen nöral doku fonksiyonunun restorasyonu, hasar öncesi ile aynı şekilde hareketi gerçekleştirmek için yetinin restorasyonu ve yeti yitimi olmayan kişiler ile aynı şekilde, görevlerin başarı ile tamamlanması ile ilişkilidir. Bu üç alandaki motor kompanzasyon tipleri ise; nöral dokuların hasar öncesinde sahip olmadıkları fonksiyonları kazanmalarını, yeni bir şekilde hareketi gerçekleştirmelerini ve değişik teknikler kullanarak görevleri başarı ile tamamlamalarını içermektedir [88].

Fonksiyonel MRG kullanan çalışmalar, fonksiyonel iyileşmenin en fazla ipsilezyonel infarkt çevresi ve ilişkili kontralateral kortikal alanlardaki reorganizasyon ile ilişkili olduğunu göstermiştir [89]. Transkraniyal manyetik stimülasyon kullanılan çalışmalar; perilezyonel inhibisyon ve kontralezyonel motor korteksin intrakortikal disinhibisyonundaki iyileşmenin beyin reorganizasyonunda önemli rol oynayabileceğini göstermiştir [90, 91]. Son zamanlardaki kanıtlar, elle gerçekleştirilen çeşitli hareketlerin icrası veya başkaları tarafından yapılırken

gözlemlenmesi sırasında deşarj olan ayna nöronların, motor iyileşmenin arttırılması ve açıklanmasında önemli rolü olduğunu ortaya koymaktadır [92, 93]. Benzer prensipler ile hareketin gözlemlenmesi, fiziksel tedavi ile birleştirildiğinde, inme sonrası motor tedavinin etkilerini geliştirebilir [94].

İnme sonrası motor iyileşme karmaşık bir süreçtir. Motor iyileşmeye (bozukluğun ve ilişkili fonksiyonun iyileşmesi) yardımcı olmak için birçok tedavi yöntemi geliştirilmiş ve randomize kontrollü çalışmalar ile birlikte sistematik derlemeler yapılmıştır [4].

2.6. Üst Ekstremite Rehabilitasyonunda Kullanılan Tedavi Yöntemleri

İnme sonrası hastaların yaklaşık %70'inde üst ekstremite fonksiyonlarında bozukluk görülür ve %40'ında ise etkilenen üst ekstremite fonksiyonlarında kalıcı kayıp oluşur [95]. Hafif hemiparezisi olan hastaların yaklaşık %80'inde üst ekstremite fonksiyonu tamamen geri kazanılırken, bu oran üst ekstremitede ciddi parezisi olan hastalar için sadece %20'dir [96]. Başlangıçta plejik üst ekstremitesi olan hastaların, 6 ay sonra, sadece yarısı paretik üst ekstremitede bazı motor fonksiyonları geri kazanabilir [97]. Başlangıçta üst ekstremite zayıflığının ciddiyeti, üst ekstremite motor fonksiyon iyileşmesinin en iyi prediktörüdür [98]. Üst ekstremite fonksiyonlarındaki kayıplar, hastaların günlük yaşam aktivitelerindeki bağımsızlığını çeşitli derecelerde etkileyebilmekte ve hatta tamamen bağımlı hale getirebilmektedir.

Üst ekstremite rehabilitasyonu ile hastaların motor ve fonksiyonel iyileşmesi arttırılarak, kişilerin bağımsız hale gelmeleri hedeflenmektedir. Rehabilitasyonun primer amacı, fonksiyonel iyileşmede en yüksek düzeye ulaşmaktır. Nihai hedef ise kişinin topluma ve mesleğine tekrar entegre olmasıdır. Bu amaçla pek çok tedavi yöntemi geliştirilmiştir ve geliştirilmeye devam edilmektedir. Üst ekstremite rehabilitasyonunda kullanılan, SG tedavisi dışındaki, mevcut tedavi yöntemleri aşağıda özetlenmiştir. SG tedavisi ise bölüm 2.7'de ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

2.6.1. Geleneksel Tedavi

Geleneksel tedavi denilince; pozisyonlama, eklem hareket açıklığı (EHA) egzersizleri, germe egzersizleri, güçlendirme egzersizleri, mobilizasyon, kompanzasyon teknikleri ve endurans egzersizlerinden oluşan rehabilitasyon

programı akla gelmektedir. Motor kontrol ve koordinasyonun geliştirilmesi için geleneksel yaklaşımlar; hareketin kontrolünde hissetmenin önemini öğrenmek için belirli hareketlerin tekrarına ve temel hareket ve postürlerin gelişmesine olan ihtiyacı vurgular [99].

Bir meta-analizde, güçlendirme egzersizlerinin üst ekstremite kuvveti, fonksiyonu ve günlük yaşam aktiviteleri üzerine etkisini araştıran 13 randomize kontrollü çalışma incelenmiştir [100]. Çalışmalar hafif veya orta derecede üst ekstremite motor etkilenmesi olan hastalar üzerinde yapılmıştır. Güçlendirme egzersizlerinin kavrama gücü ve üst ekstremite fonksiyonları üzerinde pozitif etkisi olduğu saptanırken, günlük yaşam aktiviteleri üzerinde herhangi bir etkisi bulunamamıştır.

2.6.2. Nörofizyolojik Yöntemler

Nöral ve fizyolojik yapıların uyarılması yoluyla gerçekleştirilen nöromusküler yeniden öğrenme teknikleri nörofizyolojik tedavi olarak bilinmektedir. Bu yaklaşımlarda temel amaç; normale yakın postür ve hareketi elde etmek, anormal tonus ve postürü azaltmaktır. Günümüze kadar gelmiş olan bu yöntemler arasında en çok kullanılanları Brunnstrom, Rood, Bobath, Kabat, Knott, Voss'un geliştirdiği yöntemlerdir.

2.6.2.1. Bobath Yaklaşımı:

En sık kullanılan nörofizyolojik yöntemdir. Nörogelişimsel teknik adını da alan bu yöntemde amaç; kas tonusunu normalleştirmek, ilkel hareket paternlerini inhibe etmek ve otomatik, istemli reaksiyonları ve sonrasında gelişen normal hareket paternlerini arttırmaktır. Tedavi patolojik hareket paternlerinin (ekstremite sinerjileri ve primitif refleksler) kullanılmaması esasına dayanır. Vücudu bir bütün olarak kabul eden bu teknikte, duyusal ve motor geri bildirim kullanılarak sinerji gelişiminin azaltılması ve uygun fonksiyonel postürün yeniden kazanılması amaçlanmaktadır. Bobath'a göre anormal hareket kalıpları kırılmadan normal kalıpları geliştirmek mümkün değildir. Bu nedenle önce anormal patern baskılanmalıdır. Bunun için "refleks inhibitör paternler" olarak isimlendirilen aktiviteler kullanılır. Bu paternler hemiplejik hastada izlenen paternlerin tam tersi şekildedir [99, 101].

Bir sistematik derlemede; Bobath yaklaşımının üst ve alt ekstremitenin sensorimotor kontrolü, oturma ve ayağa kalkma, denge, beceri, mobilite, günlük yaşam aktiviteleri, sağlıkla ilişkili yaşam kalitesi üzerine etkilerini ve diğer tedavi yöntemlerine göre maliyet etkinliğini inceleyen 16 çalışma incelenmiştir. Bobath yaklaşımının diğer yöntemlere herhangi bir üstünlüğü bulunmamıştır [102].

2.6.2.2. Brunnstrom Yaklaşımı:

Santral fasilitasyon aracılığıyla motor kontrolü geliştirmek için tedavide ilkel sinerjistik paternlerin kullanıldığı yöntemdir. Motor fonksiyonun kontrolü spinal, supraspinal ve serebral düzeyde gerçekleşir. İnme geçiren kişide yüksek serebral merkezlerin kontrolü ortadan kalkar. Böylece insanın gelişim süreci boyunca korunan, ancak yüksek merkezlerin etkisiyle inhibe olan hareket paternleri ortaya çıkar. Bu hareket paternleri "sinerji paternleri" olarak isimlendirilirler ve ilkel refleksler sonucu ortaya çıkarlar. Brunnstrom'a göre sinerjiler, refleksler ve anormal hareket paternleri istemli hareketin ortaya çıkması için gerekli aşamalardır. Brunnstrom yaklaşımında önce çeşitli refleksler ve anormal hareket paternleri ile sinerjiler ortaya çıkarılır, hasta tarafından sinerji kontrolünü takiben sinerji paternleri kırılarak kombine hareket paternleri ve takiben izole hareketler üzerine çalışılır. Brunnstrom yaklaşımı flask evrenin sürdüğü olgularda daha yararlıdır [99, 101].

2.6.2.3. Proprioseptif (Periferal) Nöromusküler Fasilitasyon (PNF):

Sinir, kas ve duyu reseptörlerinin uyarılması aracılığı ile hareket gelişiminin kolaylaşmasını arttıran yöntemdir. Bir kasın kasılmasının kolaylaştırılmasında propriyoseptörlerin, özellikle de kas iğciklerinin anahtar rolü vardır. Germe ile kas iğciklerinin aktivitesi uyarılarak çeşitli hareket paternlerinde kas kasılması sağlanabilir. Proprioseptif nöromusküler fasilitasyonda el teması, görsel ve sözel uyarı gibi çeşitli teknikler kullanılması yoluyla postür ve hareket yeteneğinde gelişme elde edilmeye çalışılır. Temel ilke insan vücudundaki fizyolojik hareketlerin rotasyonel ve oblik karakter taşıdığı ve maksimum dirence karşı yapılan hareket ile daha büyük bir cevap elde edilebileceği esasına dayanır. Bu esasa dayanarak ekstremitelerde spiral ve diyagonal yönde kas aktivasyonuna karşı elle direnç uygulanması ve hızlı germe yapılır. Üst ekstremite için üç diyagonal hareket kalıbı, her bir diyagonal hareketin de birbirinin antagonisti olan iki komponenti vardır;

fleksiyon-ekstansiyon, abduksiyon-adduksiyon, iç rotasyon-dış rotasyon. Üst ekstremitede dört temel hareket paterni vardır; fleksiyon-abduksiyon-dış rotasyon, fleksiyon-adduksiyon-dış rotasyon, ekstansiyon-abduksiyon-iç rotasyon ve ekstansiyon-adduksiyon-iç rotasyondur. PNF'de fasilitasyon (örn. yavaş tut, yavaş zıt tut vb.) ve inhibisyon (örn. kas-gevşe, tut-gevşe vb.) tekniklerinden yararlanılır. PNF, kas güçsüzlüğünün üst motor lezyonlarına bağlı olmadığı durumlarda daha yararlıdır [99, 101].

2.6.2.4. Rood Yöntemi/Sensörimotor Yaklaşım:

Kutanöz sensörimotor uyarılar kullanılarak istemli motor aktivitenin ve kas tonusunun modifiye edilebileceği fikrine dayanan bir tedavi yöntemidir. Okşama, hızlı germe, fırçalama, vibrasyon, buz, vurma, eklem kompresyonu gibi sensörimotor uyarılarla cilt reseptörleri stimüle edilerek agonist kaslar fasilite, antagonist kaslar inhibe edilir. Bu uyaranlarla kortekste temsil edilen bir sensörimotor bölgenin uyarıldığı ve kas tonusunda modifikasyonların ve istemli motor aktivitenin oluştuğu ileri sürülmektedir [99, 101]. RCP (Royal College of Physicians) kılavuzuna göre, fizyoterapide spesifik bir yaklaşımın kullanılması ile ilgili bilgiler hala yetersizdir [4].

2.6.3. Yüksek Yoğunluklu Tedavi

Standart tedavi yoğunluğuna göre miktarı arttırılmış hedefe yönelik tedavi veya yaklaşımlardır [4]. 2012 RCP kılavuzuna göre; inme hastalarına, gerekli her bir uygun tedavinin en az 45 dakika boyunca, haftada en az 5 gün, hastaların rehabilitasyon hedeflerine ulaşmalarına olanak sağlamak için, fayda görmeye devam ettikleri sürece ve tolere edebildikleri seviyede verilmesi gereklidir [95].

2.6.4. Tekrarlayıcı Görev Tedavisi

Belirli bir fonksiyonel hedefe ulaşmak için, bir tedavi seansı içerisinde aktif motor hareketin art arda tekrarlayıcı şekilde yapılmasıdır [4]. 2012 RCP kılavuzuna göre; tekrarlayıcı görev tedavisi, günlük yaşam aktivitelerinin geliştirilmesi için kullanılmalıdır. Üst ekstremite için tekrarlayıcı görev tedavisi; uzanma, kavrama ve diğer fonksiyonel olarak anlamlı görevler gibi, inme sonrası kol rehabilitasyonuna yardımcı olması için kullanılmalıdır. Yine aynı kılavuza göre tüm hastalar tekrarlayıcı tedavi için ve inme nedeniyle kısıtlanmış ve uygulaması güvenli olan her

türlü aktivitenin yapılması için cesaretlendirilmeli ve bu konuda hastalara gerekli imkanlar sağlanmalıdır [95].

2.6.5. Zorunlu Kullanım Tedavisi

Sağlam ekstremite kullanımının engellenmesi ile etkilenen ekstremite tarafından çok sayıda tekrardan oluşan görev odaklı egzersizlerin yapılmasını içerir [4]. Bu tedavi yöntemi "öğrenilmiş kullanmama" teorisine dayandırılmıştır. "Öğrenilmiş kullanmama" inmenin erken dönemlerinde hastanın etkilenen ekstremiteyi kullanma güçlüğünü kompanze etmeye başlayıp, sağlam tarafa ağırlık aktarma esnasındaki güven nedeniyle gelişir ve bu durum maladaptif plastisiteye yol açarak motor iyileşmeyi sınırlayabilir. Zorunlu kullanım tedavisinde, sağlam üst ekstremitenin kullanımı koruyucu eldiven ve askı ile engellenir. Tedavi programı dışında da hastanın, günlük yaşam aktivitelerinde zorlayıcı kullanıma devam etmesi teşvik edilir. Bu şekilde inme sonrası etkilenmiş ekstremitenin kullanımı artırılarak "öğrenilmiş kullanmama"nın gelişimi engellenmeye çalışılır ve kortikal reorganizasyon teşvik edilir. Zorunlu kullanım tedavisini uygulayabilmek için, hastaların bileklerini ekstansiyona getirebilmeleri ve parmaklarını aktif olarak hareket ettirebilmeleri gerekir [99, 101]. Wolf SL ve ark., araştırmalarında zorunlu kullanım tedavisinin kol fonksiyonlarında klinik olarak anlamlı gelişme sağladığını ortaya koymuşlardır. Ayrıca hastaların en az 10 derece aktif el bilek ekstansiyonuna, en az 10 derece başparmak abduksiyonu/ekstansiyonuna ve diğer parmaklardan en az ikisinin en az 10 derece ekstansiyonuna sahip olmaları gerektiğini öne sürmüşlerdir [6].

Klinik çalışmalarda zorunlu kullanım tedavisi için 2 farklı yöntem kullanılmıştır:

2.6.5.1. Orijinal Zorunlu Kullanım Tedavisi:

Uyanık olunan saatlerin %90'ında sağlam ekstremitenin kısıtlandığı ve etkilenmiş ekstremitenin günde en az 6 saat süreyle çalıştırıldığı yöntemdir [103]. Güncel bir sistematik derleme ve meta-analizde; zorunlu kullanım tedavisinin, Motor Aktivite Logaritması (Motor Activity Log), Fugl Meyer Değerlendirme Ölçeği ve Kol Aktivite Testi (Action Research Arm Test) sonuçlarına göre anlamlı terapötik etkisinin olduğu, ancak Wolf Motor Fonksiyon Testi (WMFT) ve Fonksiyonel

Bağımsızlık Ölçeği (FIM) sonuçlarında anlamlı terapötik etkisinin gösterilemediği belirtilmiştir [104].

2.6.5.2. Modifiye Zorunlu Kullanım Tedavisi:

Hastaların orijinal zorunlu kullanım tedavisindeki uzamış tedavi programlarını ve uzun süreli kısıtlanma periyotlarını tolere edemedikleri, bu durumun bazı hastalar için tehlikeli olabildiği ve hastaların sadece %32'sinin belirlenen kısıtlanma süresini tamamlayabildikleri gösterilmiştir [105]. Bu nedenlerle Page ve ark. [106] tarafından; hem yoğun tedavi süresinin hem de sağlam ekstremitenin kısıtlanma süresinin azaltıldığı modifiye zorunlu kullanım tedavisi geliştirilmiştir. Bu yöntemde sağlam ekstremite günde ≤ 6 saat süreyle kısıtlanmakta ve etkilenmiş ekstremite günde 30 dakika - 2 saat süresince çalıştırılmaktadır.

13 randomize kontrollü çalışmanın incelendiği bir meta-analiz sonucunda modifiye zorunlu kullanım tedavisinin üst ekstremite motor fonksiyonlarını arttırdığı ve yeti yetimini azalttığı gösterilmiştir [103].

2012 RCP kılavuzuna göre zorunlu kullanım tedavisi sadece, en az 20 derece aktif el bilek ekstansiyonu ve 10 derece aktif parmak ekstansiyonu olan hastalarda seçenek olarak düşünülmeli ve sadece rehabilitasyon ekibinin yeterli eğitimi varsa, hastanın tamamen ve güvenli bir şekilde katılacağı düşünülüyorsa tedaviye başlanmalıdır [95].

2.6.6. Elektrik Stimülasyonu (ES)

Periferik nöromusküler sisteme internal veya eksternal elektrotlar aracılığıyla, farklı frekans, yoğunluk ve paternlerde elektrik stimülasyonu uygulanmasıdır [4]. ES elektrik akımının kas kontraksiyonu ve duyusal değişiklik amacıyla kullanımını içerir. Uygun şiddet ve atım durasyonuna sahip elektrik akımları sinirleri depolarize ederek, ağrıyı azaltmaya, kas kuvveti ve kontrolünü arttırmaya yönelik duyusal veya motor cevaplar oluşturabilir. Nöromusküler elektrik stimulasyonu (NMES), transkutanöz elektriksel sinir stimulasyonu (TENS) ve fonksiyonel elektrik stimulasyonu (FES) bu amaçlara yönelik olarak uygulanan yöntemlerdir [99, 101].

2.6.6.1. Nöromusküler Elektrik Stimulasyonu (NMES):

Alt motor nöronların veya terminal dallarının elektriksel yolla uyarılıp motor nöronda depolarizasyon oluşturulması, bu sayede kas kontraksiyonunun sağlanması

esasına dayanır. Bu yolla kas kontraksiyonunun sağlanabilmesi için sağlam bir motor ünite gerekir (denerve kaslar stimule edilemezler). NMES uygulamaları inme gibi üst motor nöron lezyonu olup alt motor nöronu sağlam olan durumlarda faydalıdır. NMES birçok yolla uygulanabilir. En sık uygulama biçimi elektrotların cilt yüzeyinde periferik sinir veya kas motor nokta yakınlarına yerleştirilmesidir. Elektrotlar perkütan veya cerrahi girişim yoluyla vücut içine yerleştirilebilir. NMES, kas kuvvetini arttırmak, istemli hareket kontrolünü geliştirmek, spastisiteyi ve ağrıyı azaltmak gibi terapötik ve fonksiyonel yararları nedeniyle kullanılmaktadır [101]. Metodolojik kısıtlılıklara rağmen çalışmaların çoğu inme sonrası özellikle de akut fazda NMES'in omuz sublaksasyonunu ve omuz ağrısını azaltmada [107], motor iyileşmeyi fasilite etmede etkili olduğunu ileri sürmektedir [108].

2.6.6.2. Fonksiyonel Elektrik Stimulasyonu (FES):

Etkilenen ekstremitenin istemli olarak hareket ettirilebilme ve/veya günlük yaşam aktivitelerinde kullanılma yeteneğini geliştirebilir. Ancak günümüzde, FES'in nöromusküler eğitimde klinik kullanımını destekleyen veya çürüten yeterli veri yoktur [99]. 2012 RCP kılavuzuna göre, inme sonrası üst ekstremite tedavisi için terapötik elektrik stimülasyonu, klinik çalışmalar dışında, rutin pratikte kullanılmamalıdır [95].

2.6.7. Elektromiyografik Biofeedback

Kaslar üzerine eksternal elektrotlar yerleştirilerek motor ünite elektriksel potansiyelleri kaydedilir ve bu potansiyeller daha sonra, devam eden kas aktivitesini göstermek üzere, görsel veya işitsel çıktılara dönüştürülerek hastalara geri bildirim sağlanır [4]. İnme sonrası kas tonusu regülasyonunun nöronal hasara bağlı olarak bozulması teorisine dayanır. Hastanın bazı etkilenmemiş nöronal yolaklara sahip olabileceği, elektromiyografik biofeedback kullanılarak hastaların korunmuş bu yolakları kullanmayı öğrenmelerinin olası olduğu ileri sürülür. Biofeedback, hastanın duyularıyla ilgili farkındalığını arttırıp, fonksiyon bozukluğu oluştuğunda bunu istemli şekilde kontrol edebilmesini amaçlar. Kontrolün sağlanabilmesi için, geri bildirimin giderek azaltılması ve geri bildirimin azalmasına rağmen hastanın uygun cevabı vermeye devam etmesi gerekir. Elektrotlar agonist/antagonist kaslara fasilitasyon/inhibisyon amacı ile yerleştirilirler [99, 101]. Elektromiyografik

biofeedback yönteminin inme rehabilitasyonunda kullanımını destekleyen veya çürüten yeterli kanıt yoktur [109]. 2012 RCP kılavuzuna göre biyofeedback, klinik çalışmalar dışında, rutin pratikte kullanılmamalıdır [95].

2.6.8. Ayna Tedavisi

Motor iyileşmeye yardımcı olmak için somatosensöriyel uyarıların kullanıldığı diğer yöntemlerin aksine, ayna tedavisi görsel uyarı temeline dayanır. Hastaların midsagital planlarına yerleştirilen ayna sayesinde; sağlam ekstremite hareket ettirilerek, etkilenen ekstremite normal şekilde hareket ediyormuş gibi bir görsel illüzyon oluşturulur. Kolay uygulanabilir olması ve ciddi motor kaybı olan hastalarda bile evde kendi başına tedavi imkanı sağlaması açısından avantajlı bir yöntemdir [110].

2012 yılında yayınlanan bir Cochrane derlemesinde sonuçlar, ayna tedavisinin en azından konvansiyonel tedaviye ek olarak, inme geçiren hastalarda ağrı, üst ekstremite motor fonksiyonu ve günlük yaşam aktiviteleri üzerindeki etkisi ile ilgili kanıtlara işaret etmiştir [110].

2.6.9. Bilateral Hareket Tedavisi

Tamamıyla aynı aktivitelerin eş zamanlı, fakat bağımsız bir şekilde yapılması için her iki üst ekstremitenin kullanımını içerir [4]. Simetrik bilateral hareketlerin her iki hemisferde benzer nöral ağları aktive ettiği bilinmektedir. Senkronize bilateral üst ekstremite hareketleriyle ipsilezyonel hemisferden kontralezyonel hemisfere transkallozal inhibisyonda artış olduğu ileri sürülmektedir [4, 95, 111].

Bazı çalışma protokollerinde; bilateral hareket tedavisi, işitsel uyarılar veya NMES ile kombine edilmiştir. Kanıtlar, bu kombine tedavilerin sonlanım parametreleri değerlendirmelerinde daha büyük gelişmeler sağlayabileceğini öne sürmektedir [112]. Ancak, 2010 yılında yayınlanan ve spesifik olarak simültane bilateral üst ekstremite tedavisine odaklanarak NMES içeren çalışmaları dışlayan Cochrane derlemesi; bilateral üst ekstremite çalışmasının konvansiyonel yöntemlerden ya da diğer üst ekstremite yöntemlerinden daha az veya çok etkili olmadığını belirtmiştir [113].

Van Delden ve ark. [111] tarafından 2012 yılında yayınlanan ve 9 randomize kontrollü çalışmayı içeren sistematik derlemede; unilateral ve bilateral egzersiz

tedavisinin benzer etkinlikte olduğu, fakat yöntemin başarısının üst ekstremite parezisinin şiddeti ve inme sonrası geçen süreyle ilişkili olduğu sonucuna varılmıştır.

Fonksiyonel görevleri ve tekrarlayıcı kol hareketlerini içeren bilateral hareket tedavisi, kol fonksiyonlarındaki kısıtlılığı devam eden hastalarda becerilerin ve kavrama gücünün geliştirilmesi için kullanılmalıdır [95].

2.6.10. Mental İmgeleme Tedavisi

Hedefe yönelik hareketlerin geliştirilmesi ve verilen hareketin stabilizasyonu amacıyla, kişinin fiziksel hareketi bilişsel olarak prova etmesidir [4]. Mental imgeleme; spesifik iş veya işlerin mental olarak düşlenmesi anlamına gelir. Mental pratik sırasında, hareket oluşturmak üzere depolanmış motor planlara ulaşılması ve bunun güçlendirilmesi esasına dayanır [114]. Beyin görüntüleme çalışmaları bir hareketin yapılmasıyla, o hareketin yapıldığının düşlenmesi sırasında aynı beyin bölgelerinin aktive olduğunu göstermiştir [115].

6 randomize kontrollü çalışmanın incelendiği bir Cochrane derlemesinde, konvansiyonel yöntemler ile birlikte uygulanan mental imgeleme tedavisinin, tek başına konvansiyonel tedaviye göre üst ekstremite fonksiyonlarını daha iyi geliştirdiği gösterilmiştir [114].

İnme hastaları, konvansiyonel tedaviye ek olarak, üst ekstremite fonksiyonlarını geliştirici bir hareketi düşünmeleri ve mental pratik yöntemini kullanmaları için cesaretlendirilmelidir [95].

2.6.11. Elektriksel Beyin Stimulasyonu

İnterhemisferik yarışma kavramına göre; inme sonrası 2 hemisfer arasındaki kortikal uyarılabilirlik dengesi değişir [116]. Etkilenen hemisferde kortikal uyarılabilirlik ve etkilenen kasların temsil edildiği alanlar azalırken, sağlam hemisferin uyarılabilirliği artar [117]. Etkilenen hemisferin, sağlam hemisferden kaynaklanan anormal derecede artmış interhemisferik inhibisyonu motor etkilenmeyi etkilemektedir [118]. Hemisferler arası kortikal uyarılabilirlik dengesinin yeniden kurulması daha iyi prognoz ile ilişkilidir [119]. Dengeyi yeniden sağlamak için 2 terapötik strateji vardır; etkilenen hemisferin kortikal uyarılabilirliğini arttırmak veya sağlam hemisferin kortikal uyarılabilirliğini inhibe etmek. Hasarlı alanın aktivitesini

arttıracak çeşitli nörofizyolojik stratejiler öne sürülmektedir: Repetitif transkraniyal manyetik stimülasyon (rTMS) ve transkraniyal direkt akım stimülasyonu (tDCS).

2.6.11.1. Repetitif Transkraniyal Manyetik Stimülasyon (rTMS):

Korteks uyarılabilirliğini arttıran ağrısız, non-invazif bir yöntemdir. Bu yöntemde tel bobin kafatasının üzerine kısa süreli, lokal manyetik alan yaratmak amacıyla yerleştirilir. Pulse manyetik alan beyne girdiğinde nöronlar boyunca akan elektrik akımı oluşturur ve nöronal depolarizasyonu indükler. Yüksek frekanslı rTMS (>1 Hertz) korteks uyarılabilirliğini arttırırken, düşük frekanslı (1 Hertz) rTMS korteks uyarılabilirliğini azaltır [120].

rTMS'nin inmeli özellikle subkortikal inmeli hastalarda etkili olduğu; düşük frekanslı rTMS'nin sağlam hemisfer üzerine uygulanmasının, yüksek frekanslı rTMS'nin hasarlı hemisfer üzerine uygulanmasından daha etkili olduğu öne sürülmüştür [120].

2.6.11.2. Transkraniyal Direkt Akım Stimülasyonu (tDCS):

Kafatasına yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla zayıf direkt akımların uygulanması yoluyla, alttaki beyin bölgelerini polarize etmek için kullanılan non-invazif bir yöntemdir. Anodal tDCS ve katodal tDCS olmak üzere 2 tipi vardır: Anodal tDCS, kortikal nöronların depolarizasyonu ile korteksin uyarılabilirliğini arttırırken, katodal tDCS kortikal nöronların hiperpolarizasyonu ile korteks uyarılabilirliğini azaltır [121]. Anodal tDCS, hasarlı hemisfere uygulandığında plasebo tDCS'ye göre kronik inmeli hastalarda üst ekstremite motor fonksiyonunun daha fazla geliştiği gösterilmiştir [121].

2.6.12. Akupunktur

Akupunktur, vücudun belli noktalarındaki cilt üzerine akupunktur iğnelerinin yerleştirilmesiyle yapılan bir tedavi yöntemidir. Akupunkturun ağrı, muskuloskeletal bozukluklar ve nörolojik hastalıklar gibi pek çok durumda faydalı olduğu ileri sürülmektedir. Nörolojik hastalıklarda etkili olmasının olası mekanizmaları; sinir hücre proliferasyonunun uyarılması, nöral plastisitenin arttırılması, iskemi sonrası oluşan inlamatuvar reaksiyonun azaltılması ve nöral apopitozisin önlenmesidir [122]. Yakın zamanda yapılan bir çalışma neticesinde inme geçiren hastalarda

akupunkturun fonksiyonel iyileşme sağlamadığı saptanmıştır [122]. Bu nedenle klinik çalışmalar dışında inmeli hastalara akupunktur önerilmemelidir [95].

2.6.13. Splintleme veya Ortez Kullanımı

Splintler veya ortezler, klinikte farklı amaçlar için kullanılan dışarıdan uygulanan ve çıkarılabilen cihazlardır. Klinikte; spastisite ve ağrının azaltılması, fonksiyonel hareketin geliştirilmesi ve kontraktür, aşırı gerilme, ödemin engellenmesi için kullanılırlar [4]. İnme sonrası kol veya elin rutin olarak splintlenmesi önerilmemektedir. Ancak hastada eklemin aktif veya pasif hareketini engelleyecek düzeyde spatisite varsa, pasif eklem hareketini korumak amacıyla kullanılmalıdır [95].

2.6.14. Robotik Tedavi

Robotik cihazlar fizyoterapiste bağımlı olmadan, üst ekstremitenin yüksek yoğunluklu, tekrarlayıcı, görev odaklı ve hasta ile karşılıklı etkileşimli tedavisine olanak sağlarlar [4]. Günümüzde üst ekstremite rehabilitasyonuna yardımcı olmak amacıyla kullanılan pek çok robotik cihaz mevcuttur: InMotion robot (MIT-Manus), Mirror Image Motion Enabler (MIME), Bi-Manu-Track, Neuro-Rehabilitation-Robot (NeReBot), Asisted Rehabilitation and Measurement (ARM) guide, Robotic Rehabilitation System for upper limb motion therapy for the disabled, (REHAROB), Robot-mediated therapy system (GENTLE/S) ve Arm robot, ARMin. Yakın zamanda yapılan bir çalışma neticesinde, elektromekanik veya robot destekli kol çalışmasının günlük yaşam aktivitelerini ve kol fonksiyonlarını geliştirdiği, fakat kol kas gücünü arttırmadığı öne sürülmüştür [123]. Günümüzde robot tedavisinin sadece, hedefin üst ekstremite etkilenmesini azaltmak olduğu durumlarda konvansiyonel tedaviye ek olarak veya klinik çalışmalarda kullanılması önerilmektedir [95].

2.6.15. Telerehabilitasyon

Telerehabilitasyon, tıbbi rehabilitasyon hizmetlerinin elektronik bilgi ve iletişim teknolojilerinden yararlanılarak uzak mesafelere iletilmesi olarak tanımlanabilir. Bu sistemler aracılığıyla rehabilitasyon hizmetleri uzaklara taşınabilmekte hatta doğrudan hastanın evine kadar götürülebilmektedir. Telerehabilitasyon kapsamında evde rehabilitasyon, evde rehberli rehabilitasyon,

toplumsal rehabilitasyon, rehberli toplumsal rehabilitasyon, telekonsültasyon, telemonitörizasyon ve teletedavi yer almaktadır [124].

Ev temelli telerehabilitasyon yaklaşımlarının inmeli hastaların sağlığını geliştirmede umut verici sonuçlar verdiği ve üst ekstremite egzersizleri için sanal çevreye dayanan teletedavi sistemlerinin inmeli hastaların fiziksel sağlığında iyileşme sağladığı öne sürülmüştür [124].

Bir sistematik derlemede, inme sonrası motor etkilenme tedavisi ve motor fonksiyonun restorasyonu için mevcut tedavi yöntemleri incelenmiştir. Motor iyileşme ile ilişkili 19 tedavi yöntemi başlığı oluşturulmuştur. Bunlardan üst ekstremite motor iyileşmesine yönelik olan 11 tedavi yönteminin, üst ekstremite hareketi veya ilişkili fonksiyonları üzerine etkileri incelendiğinde; birkaç tedavi yönteminin, en azından çalışılan seçilmiş popülasyonlarda, üst ekstremite fonksiyonu üzerinde potansiyel etkisi olduğu saptanmıştır. Bu yöntemler arasında zorunlu kullanım tedavisi, elektromiyografik biofeedback, mental imgeleme tedavisi ve robotik tedavi yer almaktadır. Ek olarak, tekrara dayalı görev tedavisi ve elektrik stimülasyonu sınırda etki göstermiştir. Derlemedeki bu gözlemlerin geçerliliklerine bakıldığında, zorunlu kullanım tedavisi sonuçlarının en güçlü olduğu görülmüştür. Bu tedavi yöntemi için genel olarak, etki büyüklüğü geniş, çalışma kalitesi yüksek ve göreceli olarak katılımcı sayısının fazla olduğu çalışmalar yapılmıştır ve çalışma sayısı da nispeten fazladır. Çalışma sonuçlarının uygulanabilirliği çoğunlukla, zorunlu kullanım tedavisinde kullanılan farklı yöntemler ve çalışmaların ileri derecede seçilmiş popülasyonlarda (örneğin belirli derecede üst ekstremite etkilenmesi olan veya tedaviyi tolere edebilecek hastalar gibi) yapılması nedeniyle kısıtlanmıştır. Elektromiyografik biyofeedback çalışmalarının kısıtlılıkları; örneklem büyüklüğünün küçük olması, kör değerlendirici kullanımında yetersizlik ve grupların gizliliğindeki uygunsuzluklardan kaynaklanmıştır. Mental imgeleme ve robotik tedavi çalışmalarının etki büyüklüklerinin geniş olmasına rağmen, sonuçlar katılımcı sayısının az olması nedeniyle kısıtlanmıştır. Bu kısıtlılıklar nedeniyle, elektromiyografik biyofeedback, mental imgeleme ve robotik tedavi ile ilgili olumsuz sonuçların yeni çalışmalar ile kolaylıkla tersine dönebileceği belirtilmiştir [4].

2.7. Sanal Gerçeklik (SG) Tedavisi

Geleneksel rehabilitasyon tedavileri motor fonksiyonun yeniden kazanılmasına ve yeti yitiminin azaltılmasına yardımcı olabilirler [4]. Son zamanlardaki kanıtlar, tekrarlayıcı ve beceri odaklı egzersizlerin paretik ekstremite için daha yararlı olduğunu ileri sürmektedir (özellikle de biraz da olsa aktif parmak ve bilek hareketi olan inme hastalarında) [5, 6]. Ancak bu tekniklerin uygulaması sıkıcı, uygulayıcı bağımlı ve pahalı olup, genellikle hastaların özelleşmiş merkezlere ulaşmasını gerektirmektedir [125, 126]. Basit ve tekrarlayıcı hareketler gerektiren tedaviler hastada monotonluk hissi ve bıkkınlık oluşturabilmektedir. Bu durum hastanın tedaviyi tamamlama motivasyonunu olumsuz etkilemektedir [14].

Nöroplastisiteyi ve bunu takiben motor fonksiyonlardaki düzelmeyi arttırmak için en etkili yöntem; yoğun ve beceri odaklı egzersizlerdir [127, 128]. Ne yazık ki nöroplastisitenin indüklenmesi için gereken egzersiz yoğunluğu, bir fizyoterapistin direkt olarak uygulayabileceğinden çok daha fazladır. Medikal harcamaların artması, bu harcamaların geri ödenmesindeki problemler, uzun bekleme süreleri ve rehabilitasyon uzmanlarının sayısındaki eksiklikler nedeniyle; inme hastalarının rehabilitasyonunda düşük maliyetli, evde uygulanabilen tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tedavi yöntemlerinden birisi de SG tedavisidir. SG teknolojisi, objektif ve kontrol edilebilen bir uyarım sağlayarak motor rehabilitasyonu değerlendirebilir ve geliştirebilir [7].

Sanal gerçeklik "kullanıcılara gerçek hayattaki nesne ve olaylara benzer şekilde görülen ve hissedilen bir çevre ile iç içe geçme imkanı sunmak için, bilgisayar donanımı ve yazılımı aracılığıyla oluşturulan karşılıklı etkileşim özelliğine sahip (interaktif) simülasyonların kullanılması" olarak tanımlanmaktadır [8]. İlk olarak, pilotlar için uçuş simülasyonu eğitimi [8] ve cerrahlar için ameliyat prosedürü eğitimi [129] gibi çeşitli mesleki eğitim sistemlerinde kullanılmaya başlanmıştır. Sağlık alanında ise fobilerde, post-travmatik stres bozukluğunda ve bedensel algı bozukluklarında tedavi yöntemi olarak kullanılmaktadır [8]. Teknolojinin daha ulaşılabilir ve düşük maliyetli hale gelmesi sonucunda, rehabilitasyon alanında SG kullanımına dair araştırmalarda belirgin artış olmasına rağmen [130] klinik rehabilitasyon pratiğinde kullanımı henüz rutin hale gelmemiştir.

Sanal gerçeklik rehabilitasyonunda; sanal çevreler ve nesneler kullanıcıya, hastanın kafasına yerleştirilen cihazlar, projeksiyon sistemi veya düz ekran aracılığı ile görsel geri bildirim sağlar. Geri bildirim ayrıca işitme, dokunma, hareket, denge ve koku gibi duyularla da sağlanabilir. Kullanıcı çeşitli mekanizmalar aracılığıyla, sanal çevre ile karşılıklı etkileşime geçer. Bunlar; fare veya joystick gibi basit cihazlar olabileceği gibi, çeşitli kameralar, sensörler veya haptik/dokunsal geri bildirim cihazları kullanan karmaşık sistemler olabilir [8]. Bu nedenle tedavi yöntemine bağlı olarak, kullanıcının fiziksel aktivite düzeyi göreceli olarak inaktif (örneğin joystick kullanarak bilgisayar karşısında oturma) ile yüksek aktivite (örneğin tüm vücut hareketlerinin içerilmesi) arasında değişebilir. SG'nin temeli, kullanıcı ile sanal çevre arasındaki karşılıklı etkileşime aracılık eden bilgisayar donanımı ve yazılımı üzerine dayanmaktadır [131]. SG ile ilgili temel kavramlar immersiyon (immersion) ve mevcudiyettir (presence). İmmersiyon, kullanıcının kendisini gerçek dünyadan ziyade sanal çevrede algılama ölçüsüdür ve bilgisayar donanımı ve yazılımının tasarımı ile ilişkilidir [8]. Sanal çevreler kullanıcının immersiyon derecesine göre sıralanabilir. Konkav yüzeylere projeksiyonu, hastanın kafasına yerleştirilen cihazlar aracılığıyla görüntüleri veya hareketin yakalanmasını içeren sistemler genellikle immersif olarak tanımlanırlar. Mevcudiyet ise kullanıcının sübjektif deneyimi olup SG sisteminin özelliklerine, sanal göreve ve kullanıcının özelliklerine bağlıdır. Kişiler, sanal dünyada olduklarını hissettiklerini söyledikleri zaman, mevcut sayılırlar [132].

Sanal gerçeklik nörolojik rehabilitasyonda üst ekstremite [9] ve alt ekstremite fonksiyonlarını, yürümeyi [133], kognisyonu, algılamayı ve karşıdan karşıya geçme, araba kullanma, yemek hazırlama, alışveriş yapma gibi fonksiyonel görevleri yapma becerisini [134] geliştirmek için kullanılmaktadır.

Sanal gerçekliğin; nörolojik rehabilitasyonda önemli olduğu gösterilen hedefe yönelik görev odaklı ve tekrarlayıcı eğitim [82] gibi birçok özellik sunması, bu tedavi yöntemini avantajlı hale getirmiştir. Hayvan çalışmalarında, zenginleştirilmiş çevrelerde yapılan eğitimlerin basit çevrelerde yapılan eğitimlere göre, problem çözme ve fonksiyonel görev performanslarında daha iyi sonuçlar verdiği gösterilmiştir [135]. SG, inmeli hastalara problem çözebilmeleri ve yeni beceriler geliştirebilmeleri için zenginleştirilmiş çevre sağlama potansiyeline sahiptir [8].

Fonksiyonel iyileşme, ister spontan ister yoğun rehabilitasyona sekonder olsun, nöroplastisite ve erişkinde hasarlı beyinde nöronların yeniden yapılanması aracılığı ile devam ettirilir [4, 136, 137]. Kişi, başka insanlar tarafından yapılan hareketleri izlerken; erişkin insan beynindeki nöronlar ateşlenme oranlarını arttırırlar. Frontal, pariyetal ve temporal lob alanlarını içeren, ayna nöron sisteminin aktivasyonu; kortikal reorganizasyonu indükleyebilir ve muhtemelen fonksiyonel iyileşmeye katkıda bulunur. Ayrıca sistemin içindeki aynı kritik ağlar kişinin kendisinin gerçekte hareketleri yapması ile de aktive olur [92, 93, 138]. SG oyun sistemleri; bilgisayar tarafından oluşturulan bir senaryo (sanal bir dünya) ile kullanıcıların 3 boyutlu olarak etkileşime geçmesine izin veren, ayna nöron sistemini hedef alan, yeni ve potansiyel olarak yararlı teknolojilerdir [15].

İnsanlarda ve hayvanlarda yapılan çalışmalarda, yoğun, görev odaklı egzersizlerin kortikal reorganizasyonu [139] ve davranışsal değişiklikleri [140] tetikleyebileceği gösterilmiştir. SG programları, simüle edilmiş gerçek yaşam fonksiyonel aktiviteleri sunmaları sayesinde, geleneksel rehabilitasyon görevlerine göre daha geçerli çevre koşulları oluşturarak, üstünlük sağlamaktadırlar [8]. Sanal görevler, hem çocuklar hem de yetişkinler tarafından, daha ilginç ve eğlenceli olarak tarif edilmektedir; bu durum, tekrar sayısının arttırılmasını teşvik etmektedir [141, 142].

Görevlerin derecelendirilmesi ve anında geri bildirim sağlanmasının, motor öğrenmeyi arttırdığı gösterilmiştir [143]. SG, klinisyenlere görevleri kontrol etme ve kullanıcıyı zorlamak için derecelendirme imkanı sunar ve programlar genellikle gerçek zamanlı olarak sağlanan çoklu biçimli geri bildirimleri içerir. Bununla birlikte, klinisyenlere karşıdan karşıya geçmek gibi gerçek hayatta güvenli olmayan görevleri çalıştırma imkanı da sağlar. Çoğu program, süpervizyonsuz bir şeklide kullanılmak üzere tasarlandığı için, çalışan sayısı arttırılmadan tedavi dozunun yükseltilmesine olanak sağlar [144].

Sanal gerçekliğin rehabilitasyon amacı ile kullanımı ile ilgili çalışmalar giderek artmaktadır. Hareket algılama sistemleri ve ciddi oyunlar (eğlence amaçlı olmayan oyunlar) kronik ağrıdan [145] inmeye [146] kadar değişik alanlarda rehabilitasyona yardımcı olmak için kullanılmaktadır. Mevcut çalışmaların sonuçları umut verici olsa da; yüksek maliyet, geniş alanlar gerektirmeleri ve yükleme ve kurma işlemlerinin

kompleks olması, bu sistemleri klinik ortam dışında, örneğin ev ortamında, rehabilitasyon amacı ile kullanım için uygunsuz hale getirmektedir [22]. SG rehabilitasyonunda kullanılan, MIT Manus Robotları ve MIME robotu gibi cihazların maliyetleri yüksektir ve bu cihazlar çoğu zaman kullanıcıların kafalarına, alt veya üst ekstremitelerine giymeleri gereken aparatlar içermesi nedeniyle hastaya rahatsızlık verebilmektedir [147-149].

Oyun konsollarının her yerde ulaşılabilir olması nedeniyle [130], araştırmacılar ve klinisyenler SG tedavisinin uygulanmasında alternatif yol olarak, düşük maliyetli ticari oyun sistemlerine yönelmişlerdir [16, 150]. Esas olarak eğlence amaçlı geliştirilen bu sistemler, klinisyenler tarafından tedavi amacıyla kullanım için denenmeye başlanmıştır. Rehabilitasyona yönelik özel olarak üretilmemelerine rağmen, bu cihazların kullanımına giderek artan bir eğilim vardır [8]. Bununla birlikte, rehabilitasyon için özel olarak geliştirilmiş interaktif video oyunları da bulunmaktadır [151].

Cochrane derlemesi neticesinde, SG ve interaktif video oyunlarının üst ekstremite fonksiyonları ve günlük yaşam aktivitelerinin geliştirilmesinde konvansiyonel yaklaşımdan daha etkin olduğu, fakat kavrama kuvvetinde ve yürüme hızında bir değişiklik oluşturmadığı sonucuna varılmıştır [8].

Oyun endüstrisi, evde kullanım için değişik SG sistemleri geliştirmiştir; bu durum toplum içi alanlarda (örneğin hastaların evlerinde) potansiyel uygulanabilirlikle birlikte, bu teknolojiyi hem ekonomik hem de ulaşılabilir yapmıştır. Bu teknolojiler özellikle, ekranda oluşan avatar hareketlerinin interaktif olarak gözlenmesine izin vermekte ve nöroplastisite indüksiyonu için gerekli olan rehabilitasyon yoğunluğunu sağlayabilmektedir [92-94]. Günümüzde bu teknoloji özelliklerini içeren ve yaygın olarak kullanılan mevcut 3 farklı ticari oyun konsolu bulunmaktadır: Nintendo Wii™, Sony Playstation II Eyetoy™ (Playstation III versiyonu: Eye™) ve Microsoft Xbox Kinect™. SG teknolojisi kullanan bu oyun sistemlerinin özellikleri ve inme rehabilitasyonunda kullanımları ile ilgili bilgiler aşağıda verilmiştir.

2.7.1. Nintendo Wii™

Nintendo firması tarafından 19.11.2006 tarihinde piyasaya sürülen Wii™ evde kullanım için geliştirilmiş bir video oyun konsoludur. Bir hareket algılama ve avatar

(bilgisayar kullanıcılarının kendilerinin temsili karakterleri) teknolojisi yardımı ile kullanıcı ile etkileşime geçebilen SG türüdür. Wii Remote Controller™ (Wii uzaktan kumandası), elde tutulan bir cihaz olup, 3 boyutlu ortamda hareketlerin algılanmasını sağlar. Kontrolcüler, oyuncuların kol, bilek ve el hareketlerini gerçekleştirirken oyun ile etkileşime geçmelerini sağlayan, yön, hız ve ivme değişimlerine duyarlı, gömülü ivmeölçerler kullanır. Televizyonun üzerine yerleştirilen bir "iki nokta ölçümü yapan kızıl ötesi sensör", kullanıcının kontrolcü ile gerçekleştirdiği hareketlerin görüntüsünü algılar ve ekranda tekrar oluşturur. Wii™ bilgisayar temelli olduğu için oyun sırasında büyük savurma hareketleri gerekli değildir. Televizyon ekranında sunulan geri bildirim oyuncunun kendi hareketlerini gerçek zamanlı olarak izlemesine olanak sağladığı gibi, kişinin tedavisini ve görev becerisini ilerletmesine olumlu katkı sağlar [15].

Wii™'nin başka SG sistemlerine tercih edilmesini sağlayan ayırıcı özelliklerinin arasında; yeni ve yaygın 3 boyut teknolojisinin oyun simülasyonlarında kullanılması, uygun fiyatı, oyun hızı azaltma imkanı ve gerçek zamanlı geri bildirim sağlayabilen basit grafikleri ile inme sonrası algılama bozuklukları olan hastalar için de klinik uygulama uygunluğu, çeşitli görevleri yerine getirirken ve kendini izlerken avatar ile doğrudan sensör geri bildirimi (görsel, dokunsal ve işitsel) sayesinde ayarlamalara izin vermesi sayılabilir [15].

EVREST (Effectiveness of Virtual Reality Exercises in Stroke Rehabilitation) çalışması; inme hastalarında kol iyileşmesini arttırmada Nintendo Wii™ sanal gerçeklik oyun teknolojisinin uygulanabilirliği, güvenilirliği ve etkinliğini araştırmak için tasarlanmış bir pilot, randomize, tek kör klinik çalışmadır. Çalışmada subakut inmeli (≤ 6 ay) hastalar Nintendo Wii™ SG tedavi grubu veya rekreasyonel tedavi (kart oyunu, bingo veya "Jenga" oyunlarını içeren tedavi) grubu olmak üzere 2 gruba ayrılmışlardır. Tüm hastalar ayrıca standart rehabilitasyon programı almışlardır. Çalışmada etkinlik parametresi olarak WMFT, Kutu ve Küp Testi (BBT) ve İnme Etki Skalası (Stroke Impact Scale) kullanılmıştır [17]. Sonuçta Nintendo Wii™ oyun sisteminin, subakut inmeli hastalarda uygulanabilir ve güvenilir bir tedavi yöntemi olduğu gösterilmiştir. Hiçbir hastada ciddi yan etki gözlenmemiştir. Nintendo Wii™ oyun sistemi grubunda, rekreasyonel tedavi grubuna göre WMFT'de anlamlı derecede ilerleme olmuştur. BBT ve inme etki skalası sonuçlarına göre ise 2 grup

arasında farklılık saptanmamıştır [15]. Literatürde inmeli hastalarda Nintendo Wii™ oyun sisteminin denge [18, 151, 152], üst ekstremite fonksiyonu [14, 19, 20], alt ekstremite fonksiyonu ve mobilite [18, 153] üzerine etkileri ve oyunlar sırasında harcanan enerji miktarı [154] ile ilgili pek çok çalışma mevcuttur.

2.7.2. Sony Playstation II Eyetoy™

Eyetoy™; web kamarasına benzer bir renkli dijital kamera cihazıdır ve Sony firması tarafından Playstation II™ oyunları sırasında kullanım amacıyla Ekim 2003'te piyasaya sürülmüştür. Eyetoy™'un bir sonraki modeli olan PlayStation Eye™ ise Playstation III™ için geliştirilmiştir.

Bu teknoloji; kamera tarafından alınan görüntüleri işlemek için bilgisayar görüşü ve hareket tanıma sistemi kullanır. Bu durum, oyunculara hareket, renk tespiti ve mikrofonu aracılığı ile alınan sesi kullanarak, oyunlar ile etkileşime geçme imkanı sağlar. Kişilerin kendi kamera görüntüleri direkt olarak ekranda oluşturulurken, aynı zamanda hareketleri algılanarak, kişinin sanal çevre ile etkileşime geçmesi sağlanır.

PlayStation EyeToy™ düşük maliyetli, ticari olarak ulaşılabilir, televizyon ekranındaki sanal nesnelerle etkileşime geçme imkanı veren bir video yakalama sistemidir. Kullanıcının gerçek zamanlı görüntülerini sunar. Bir veya daha fazla kişi tarafından oynanabilen, pek çok motive edici ve yarıştırıcı çevre içeren, aktif hareketi, ağırlık aktarımını ve her iki tarafa uzanmayı teşvik eden çeşitli görsel geri bildirimler sağlayan bir uygulamadır. Herkes tarafından ulaşılabilir olması ve göreceli olarak ucuz olması ile özel olarak geliştirilmiş olan diğer SG sistemlerinden ayrılır [16].

Rand ve ark. PlayStation EyeToy™ sisteminin uygulanabilirliğini, neden olduğu yan etkilerini, sağladığı mevcudiyet hissi derecesini, eğlence düzeyini ve oluşturduğu yorgunluk derecesini saptamak için 3 çalışma tasarlamışlardır. Birinci çalışmada genç (19-40 yaş) sağlıklı kişilerde, bahsedilen özellikler açısından PlayStation EyeToy™ sistemi ile diğer bir SG sistemi olan IREX® (Interactive Rehabilitation and Exercise System) karşılaştırılmıştır. Bu iki SG sistemi arasında hiçbir parametre açısından anlamlı farklılık saptanmamıştır. Her 2 sistemin de sağladığı mevcudiyet hissi derecesi ve eğlence düzeyi yüksek bulunmuş olup, herhangi bir yan etki saptanmamıştır. İkinci çalışmanın amacı ise sağlıklı yaşlı (59-80 yaş) kişilerde PlayStation EyeToy™ sisteminin sağladığı mevcudiyet hissi

derecesinin, eğlence düzeyinin ve oluşturduğu yorgunluk derecesinin saptanması olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu gruptaki kişilerin oyun performansları, birinci çalışmadaki sağlıklı genç kişilerin oyun performansları ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak sağlıklı genç ve sağlıklı yaşlı kişiler arasında hissedilen mevcudiyet derecesi, eğlence ve yorgunluk hissi açısından anlamlı farklılık saptanmazken, sağlıklı genç kişilerin oyun performanslarının anlamlı derecede daha yüksek olduğu görülmüştür. Üçüncü çalışmada ise PlayStation EyeToy™ sisteminin inmeli hastalarda uygulanabilirliği araştırılmıştır. 7'si kronik (inme sonrası 1-5 yıl içinde olan) ve 5'i subakut (inme sonrası 1-3 ay içinde olan) dönemde olan toplam 12 inmeli hasta çalışmaya alınmıştır. Çalışma sonucunda oyun sisteminin hem kronik hem de subakut inmeli hastalarda uygulanabilir bir yöntem olduğu, hastalara yüksek mevcudiyet derecesi ve eğlence düzeyi sağladığı saptanmıştır. Bu 3 çalışma sonucunda, PlayStation EyeToy™ sisteminin inme rehabilitasyonunda uygulanması kolay, eğlenceli ve yüksek mevcudiyet derecesi sağlayan bir yöntem olduğu gösterilmiştir [16]. PlayStation EyeToy™ sisteminin inmeli hastalarda uygulanabilirliği ile ilgili diğer bir çalışma, Flynn ve ark. tarafından tek bir inme hastası üzerinde yapılmıştır [21]. Literatürde PlayStation EyeToy™ sisteminin, inmeli hastaların üst ekstremite rehabilitasyonu [20, 153, 155], ağırlık aktarma [153] ve alt ekstremite rehabilitasyonunda [153] kullanımı ile ilgili çalışmalar mevcuttur.

2.7.3. Microsoft Xbox Kinect™

Kinect™, Microsoft tarafından Xbox 360™ oyun konsolu için bir hareket algılama cihazı olarak Kasım 2010'da piyasaya sürülmüştür. Hareketleri ve işitsel emirleri kullanan bir doğal kullanıcı arayüzü aracılığı ile herhangi bir oyun kontrolcüsüne ihtiyaç duymaksızın, kullanıcının oyun konsolu ile etkileşime geçmesini sağlamaktadır. İlk kuşak Kinect™, Xbox 360™ oyun konsolu için geliştirilmiş olup; 01.02.2012 tarihinde Windows tabanlı kişisel bilgisayarlar için üretilen versiyonu piyasaya çıkarılmıştır. Günümüzde ayrıca Xbox 360™ oyun konsolunun bir üst modeli olan ve Kasım 2013'te piyasaya sürülmüş olan Xbox One ™ oyun konsolu için kullanılan bir versiyonu daha bulunmaktadır.

Microsoft Kinect™; işaretleyicilere ihtiyaç duymaksızın tüm vücut izlenmesini sağlayan, düşük maliyetli, derinlik algılayan kamera teknolojisine sahip bir hareket algılama cihazıdır. Kullanıcı için, direkt olarak gerçek hayatta ortaya çıkan

hareketlerini ekranda gösteren bir sanal karakter oluşturmaktadır. Bu şekilde kişiler, oyun konsolu ile etkileşime geçebilmektedir [7].

Klinik dışında da kullanım için tasarlanan düşük maliyetli izleme cihazları SG rehabilitasyon sistemlerinin toplam maliyetlerini büyük miktarda azaltmaktadır. Örneğin, bazı araştırıcılar inmeli hastaların üst ekstremite rehabilitasyonu için hastaların el hareketlerini izleyen web kameralar veya pasif işaretleyicileri kullanan cihazlar üzerinde çalışmışlardır [156-158]. Günümüzde kızılötesi LED'ler yanında kamera ve aktif işaretleyiciler de kullanılmaktadır [159]. Ancak hareket algılama teknolojilerindeki bazı kısıtlılıklar nedeniyle oyun sistemlerinin kullanımı sınırlanmaktadır. Hastaların kıyafetleri benzer renkte olduğunda, pasif renkli işaretleyiciler karışıklığa neden olabilmektedir. Oda aydınlığının değişmesi, takip cihazının doğruluğunu azaltabilmekte veya çalışmasını durdurabilmektedir. Nintendo Wii™ gibi hareket izleme kontrolcüleri, kişinin performansının tüm komponentlerini doğru şekilde ölçmeye yetecek kadar duyarlı değildir. Şöyle ki; kişi beklenen doğru hareketi yapmadığı halde, yanlışlıkla sistem tarafından doğru hareketi yapmış gibi algılanabilmektedir. Örneğin Nintendo Wii™ oyun konsolunda, hasta kısa sürede oyuna adapte olarak beklenen kol hareketi yerine sadece el bileğini hareket ettirerek aynı skoru elde edebilmektedir.

Yoğun ve etkin bir rehabilitasyon programı için, performansın doğru ve uygun olarak izlenmesi ve geri bildirimi gerekir [7]. Tek bir kamera kullanılmasının diğer bir dezavantajı, sadece 2 boyutlu hareket izlenmesinin mümkün olması nedeni ile, rehabilitasyon egzersizlerinin sadece düzlemsel hareketler ile sınırlanmasıdır. Ayrıca, aktif işaretleyiciler veya Nintendo Wii™ kullanıldığında, hastanın bir cihaz tutması veya giymesi gerekmektedir. Bu durum zahmetli ve rahatsız edici olabilmektedir. Fonksiyonel düzeyi düşük olan hastalar cihazları tutamamakta veya takip cihazının algılaması için ellerini açamamaktadır [22]. Xbox Kinect™ ile bahsedilen diğer oyun sistemlerinden farklı olarak, kullanıcılar SG ortamını özel bir kontrolcü olmaksızın görebilmekte, kullanıcının hareketleri gerçek zamanlı olarak kaydedilebilmekte ve anlık olarak geri bildirim sağlanabilmektedir [27]. Hors-Fraile ve ark. [160] yaşlı kişilerde oyun sistemlerine aktarılan veriler açısından Nintendo Wii™ ve Microsoft Kinect™ sensörlerini karşılaştırılmış ve Microsoft Kinect™ sisteminin bu amaç için daha uygun olduğu sonucuna varmışlardır.

Microsoft Kinect™, takip için kullanıcının özel bir ekipman tutmasını veya giymesini gerektirmemektedir. Makul derecede yüksek doğruluğu ve düşük maliyeti ile rehabilitasyon sistemleri için iyi bir takip cihazı alternatifi olmuştur. Schönauer ve ark. [145] bu cihazın performansını bir hareket algılama sistemi (motion capture system) ile karşılaştırmışlar ve Kinect™'in bazı parametreleri ölçemediğini ve daha düşük doğruluğa sahip olduğunu bulmuşlardır. Ancak çalışmalarında Kinect tarafından iyi kontrol edilemeyen geleneksel bir oyun kullanmışlardır [145].

Kinect™, Microsoft Xbox™ oyun konsolundan ayrı bir şekilde, tek başına bir hareket algılama ve takip cihazı olarak pek çok alanda (mimarlık, mühendislik, navigasyon, vb.) kullanılmıştır. Sağlık alanında ise özel olarak geliştirilen diğer sistemler veya robotlarla kombine şekilde; tekerlekli yürüteç kullanan hastaların alt ekstremite hareketlerinin değerlendirilmesinde [161], ataletsel sensörlerin [162] ve giyilebilir haptik/dokunsal cihazların [163] ölçümlerinin geliştirilmesinde, denge problemlerinin tedavisini hedef alan oyunlarda hastaların üst gövde hareketinin izlenmesinde [7], neglect değerlendirilmesi ve rehabilitasyonunda [164], üst ekstremite rehabilitasyonunda el ve kol hareketlerinin gözlemlenmesi ve değerlendirilmesinde [22-24, 165], ev temelli inme rehabilitasyonunda [25], kronik inmeli hastaların denge rehabilitasyonunda [166], travmatik beyin hasarlı hastaların rehabilitasyonunda [167], treadmill ile yürüme eğitimi programlarında gerçek zamanlı ayak pozisyonunun ve oryantasyonunun izlenmesinde [168], ev ortamındaki düşmelerin belirlenmesinde [169, 170], ileriye uzanma, yana uzanma ve gözleri kapalı şekilde tek ayak üzerinde ayakta durma dengesi gibi postüral kontrolün değerlendirilmesinde [171], yürümenin adım uzunluğu ve adımlama zamanı gibi zamansal-mekansal değişkenlerinin değerlendirilmesinde [172], kişilerin tüm vücut hareket ve pozisyonlarının 3 boyutlu olarak algılanması ve değerlendirilmesinde [173], Parkinson hastalığı rehabilitasyonunda [174] ve statik ayak postürün belirlenmesinde [175] kullanılmıştır.

Kinect™ ve Microsoft Xbox 360™ oyun konsolunun birlikte kullanımına bakıldığında ise; bu ticari oyun sisteminin yanık geçiren çocuklarda üst ekstremite EHA'nın iyileştirilmesi amacıyla yanık rehabilitasyonunda [176], sakatlık geçirmiş genç atletlerin denge rehabilitasyonunda [177], multiple sklerozlu hastaların postüral kontrollerinin geliştirilmesi için evden telerehabilitasyon programında [178],

fibromiyaljili kadınların semptom derecelerinin azaltılması ve günlük yaşam aktivitelerindeki performanslarının arttırılmasında [179], serebral palsili çocukların okul ortamında motor ve işlem becerilerinin, denge, yürüme hızı, koşma, atlama ve ince el becerilerinin geliştirilmesinde [180], kistik fibrozisli erişkinlerin yüksek yoğunlukta fiziksel egzersiz yapmalarının sağlanmasında [181], dejeneratif ataksili çocuklarda koordine egzersiz tedavisinde [182] ve yaşlı şizofreni hastalarında fiziksel aktivitenin arttırılmasında [183] kullanılması ile ilgili, tamamı 2012'nin son aylarında veya 2013 yılında yayınlanmış, çalışmalar mevcuttur. Ayrıca bu oyun sistemi ile sağlıklı kişilerde ne kadar yoğunlukta fiziksel aktivite düzeyinin elde edildiğini ve bu düzeyin önerilen fiziksel aktivite düzeyi ile ilişkisini [184], sağlıklı çocuklarda kalp hızı, harcanan enerji miktarı ve arterlerde akım aracılıklı dilatasyon gibi vasküler fonksiyonlar üzerine etkilerini [185], okul çocuklarında [186] ve erişkinlerde [187] oyun sistemi ile gelişen fizyolojik cevapları ve harcanan enerji miktarını ve inmeli hastalarda harcanan enerji miktarı ve elde edilen egzersiz yoğunluğunu [188] araştıran çalışmalar mevcuttur.

2014 yılında yayınlanmış olan ve inmeli hastaların üst ekstremite rehabilitasyonunda ticari video oyun sistemlerinin kullanımını araştıran 2 sistematik derlemede, bu sistemlerin üst ekstremite fonksiyonları ve günlük yaşam aktiviteleri üzerindeki etkileri ile ilgili kanıtların çok sınırlı olduğu; ancak kolay uygulanabilir, kolay ulaşılabilir ve düşük maliyetli olmaları nedeni ile inme rehabilitasyonunda seçenek olarak düşünülebilecekleri belirtilmiştir [12, 13]. Ancak bu derlemeler için yapılan literatür taraması tarihine kadar inme rehabilitasyonunda Microsoft Xbox 360 Kinect™ oyun sisteminin etkinliğini araştıran yayınlanmış bir çalışma bulunmadığı için, derlemelerde bahsedilen ticari video oyun sistemleri arasında Microsoft Xbox 360 Kinect™ bulunmamaktadır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Hasta Alım Süreci

Aralık 2012 - Mart 2014 tarihleri arasında Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Cebeci Araştırma ve Uygulama Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Kliniği'ne rehabilitasyon amacı ile yatırılan tüm subakut (inme sonrası ilk 9 ay içinde olan) inmeli hastalar tarama amaçlı değerlendirildi. Hastaların tamamı bir nörolog tarafından WHO tanımına göre inme tanısı almıştı ve bilgisayarlı tomografi ve/veya manyetik rezonans görüntüleme ile tanıları doğrulanmıştı. Değerlendirici (TAT) tarafından tüm hastalardan anamnez alındı ve yaş, inme geçirme tarihleri, daha önce geçirilmiş inme öyküsü bulunup bulunmadığı, ek hastalık varlığı sorgulandı. Sonrasında değerlendirici tarafından hastaların fizik muayeneleri yapılarak; bilinç, oryantasyon-kooperasyon, lisan ve konuşma fonksiyonları, ihmal fenomeni (neglect) varlığı, duyu defisiti varlığı, patolojik refleks varlığı değerlendirildi. Brunnstrom Motor Evrelemesi (BME) kullanılarak hastaların üst ekstremite, el ve alt ekstremite evreleri belirlendi. Spastisite değerlendirilmesinde MAS kullanıldı. Hastaların bilişsel fonksiyonu Mini Mental Durum Değerlendirme (MMDD) skalası kullanılarak değerlendirildi. MMDD skalasında; oryantasyon, anlık ve kısa dönem hafıza, dikkat ve hesaplama, lisan ve praksi olmak üzere 7 kognitif alan değerlendirilmektedir. 11 basit sorudan oluşmaktadır ve toplam skor 30'dur. MMDD skorunun 23 veya altında olması bilişsel bozukluğa işaret etmektedir. Bilişsel bozukluğun düzeyi 24-30: bilişsel bozukluk yok, 18-23: hafif, 0-17: ileri bilişsel bozukluk şeklinde sınıflandırılmaktadır [189]. MMDD skalası Ek 1'de gösterilmiştir. Hastaların anamnez, fizik muayene ve MMDD skalası sonuçlarına göre araştırmaya dahil edilme kriterlerini karşılayıp karşılamadığı belirlendi.

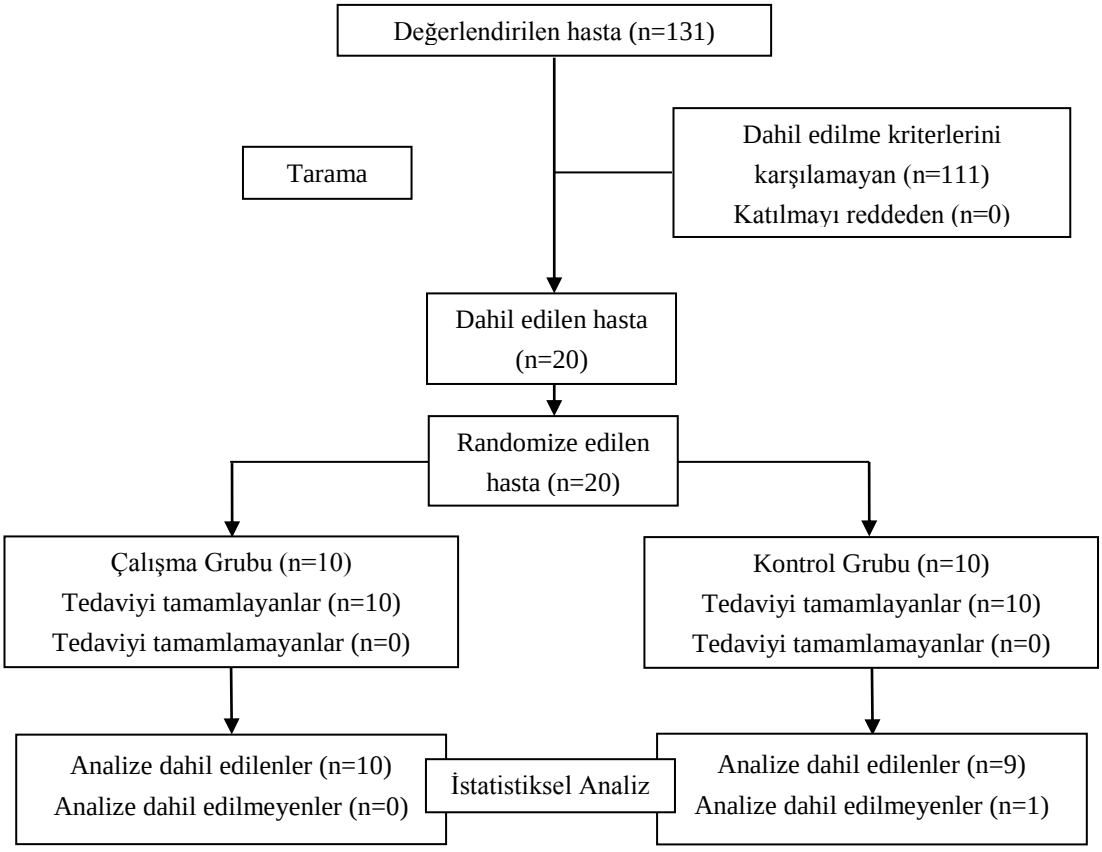
Araştırmaya dahil olma kriterleri;

1. Dünya Sağlık Örgütü tanımına göre inme teşhisi almak,
2. 18-80 yaş arasında olmak,
3. İlk kez inme geçirmiş olmak,
4. İnme sonrası ilk 9 ay içinde olmak,
5. BME'ye göre üst ekstremitenin evre 3 ve üzerinde olması,
6. İletişim becerisine sahip olmak,
7. Kognitif olarak yeterli olmak (MMDD skalasından ≥24 puan almak),
8. Basit açıklama ve talimatları anlayabilmek ve öğrenebilmek.

Araştırmaya dahil olmama kriterleri;

1. Nöbet veya epilepsi öyküsü olmak (çocukluk çağı febril nöbetleri hariç),
2. Etkilenen üst ekstremitede tekrarlayıcı egzersizleri kısıtlayacak artrit veya ağrı olması,
3. Ciddi afazi, kognitif bozukluk veya psikiyatrik bozuklukların olması,
4. İhmal fenomeni (neglect) tespit edilmesi,
5. Etkilenen kolda spastisitenin MAS 3 ve üzerinde olması,
6. Kişinin fiziksel performansını etkileyebilecek veya fiziksel zorlanmanın güvenli olmadığı tıbbi hastalıkların olması (örn: stabil olmayan anjina, 3 ay içerisinde geçirilmiş miyokard infarktüsü, kontrol edilemeyen hipertansiyon, akciğer hastalıkları, romatoid artrit vb.),
7. Başka bir ilaç veya fizik tedavi araştırmasında denek olmak.

Tarama sırasında 131 hasta değerlendirildi. Bunlar arasında araştırmaya dahil olma kriterlerini karşılayan ve katılmaya gönüllü olan 20 hastaya önce bilgilendirilmiş gönüllü olur formu imzalatıldı daha sonra randomize edildiler. Hastaların çalışmaya dahil edilme akış şeması Şekil 3.1'de görülmektedir.



Şekil 3.1. Hasta alımı akış şeması

Değerlendirici tarafından araştırmaya dahil edilen tüm hastalara hasta takip formu doldurulduu. Hasta takip formu Ek 2'de görülmektedir. Hastaların yaş, cinsiyet, medeni hal, eğitim düzeyi, meslek gibi sosyodemografik özellikleri; inme sonrası geçen süre, inme etyolojisi (iskemik veya hemorajik), etkilenen taraf, dominant taraf, risk faktörleri (hipertansiyon, diyabetes mellitus, hiperlipidemi, kardiyak hastalık, sigara kullanımı) hasta takip formuna kaydedildi. Hastaların fizik muayeneleri yapılarak, muayene bulguları hasta takip formuna kaydedildi.

Çalışma tek kör, randomize kontrollü bir deneysel çalışma olarak Helsinki Deklerasyonuna uygun şekilde yürütüldü. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi etik kurulunun onayı alındı (10.12.2012 tarihli ve 20-645-12 sayılı karar).

3.2. Randomizasyon ve Gizlilik

Çalışmaya dahil edilen 20 hasta randomize edilerek çalışma grubu ve kontrol grubu olmak üzere 2 ayrı gruba ayrıldı. Her iki grupta eşit sayıda hasta olmasını sağlamak amacıyla "blok randomizasyon yöntemi" kullanıldı ve blok büyüklüğü 4 olarak tercih edildi. Bu amaçla Random Allocation Software adlı serbest yazılım

kullanıldı. Gizlilik, blokların bir kağıda yazılarak içine yerleştirildiği kapalı zarflar aracılığı ile sağlandı. Kapalı zarfların üzeri numaralandırıldı ve bilgisayar tarafından üretilen rastgele sayılar tablosuna dayanarak sırayla açıldı. Randomizasyon sonrası hastalar çalışma grubunda 10 hasta, kontrol grubunda 10 hasta olacak şekilde 2 ayrı gruba ayrıldı. Randomizasyon süreci ve gizlilik sorumlu araştırmacı (HG) tarafından koordine edildi.

3.3. Körleme

Araştırma tek kör olarak yürütüldü. Şöyle ki; sadece değerlendirici hangi hastanın çalışma grubunda, hangi hastanın kontrol grubunda olduğunu bilmiyordu. Tedavinin doğası gereği, hastalar ve oyunu oynatan fizyoterapist (UKC) kör değildi. Ayrıca randomizasyon süreci ve gizlilikten sorumlu olması nedeniyle sorumlu araştırmacı da kör değildi. Değerlendirici körlüğünün kırılmaması için, tedavi sürecinde hastalar ile ilgili bir problem oluştuğunda, fizyoterapist sadece sorumlu araştırmacıyı bilgilendirildi.

3.4. Tedavi Protokolü

Hem çalışma hem de kontrol grubundaki hastalar konvansiyonel inme rehabilitasyonu programına alındı. Çalışma grubundaki hastalara konvansiyonel inme rehabilitasyon programına ek olarak 4 hafta boyunca, haftada 5 gün, günde 60 dakika süreyle Xbox Kinect^{TM} oyun konsolu kullanılarak 107 cm'lik ekran boyutunda bir LCD televizyon karşısında oyun oynatıldı.

Konvansiyonel inme rehabilitasyon programı:

Konvansiyonel tedavi programında hastalara; pasif ve aktif EHA, terapötik germe, güçlendirme egzersizleri, nörofizyolojik egzersizler, denge egzersizleri, transfer egzersizleri, yürüme egzersizleri, günlük yaşam aktiviteleri egzersizleri ve iş uğraşı tedavisi uygulandı. Tedavi programı, hastanın fonksiyonelliği ve günlük yaşam aktiviteleri odaklı bir şekilde belirlenen hedeflere yönelik olarak bireyselleştirildi [190-192]. Pasif ve/veya aktif EHA egzersizleri etkilenen taraftaki her bir ekstremitenin bütün bölümlerine uygulandı. Örneğin hastanın etkilenen üst ekstremitesi yerçekimine karşı hastanın sağlam tarafı veya terapist tarafından desteklenerek, etkilenmiş üst ekstremite her eklem düzeyinde mümkün olan en fazla EHA boyunca hareket ettirildi. Terapötik germe, terapist tarafından kısıtlı eklemlerin

hareket açıklığının sonuna doğru uygulandı. Kas güçlendirme amacı ile, etkilenmiş tarafa terapist tarafından direnç uygulandı veya farklı derecelerdeki ağırlıklar kullanılarak kuvvetlendirme egzersizleri yapıldı. Her hasta kas güçlendirme egzersizlerini, kas güçlerinin derecesine göre farklı bir şekilde yerine getirdi. Hastaların nörofizyolojik gelişimlerini arttırmak amacıyla, nörofizyolojik tedavi protokolleri kullanıldı. Hastalara fonksiyonel durumlarına göre oturma, ayağa kalkma, denge ve yürüme egzersizi tedavileri uygulandı. Ayrıca yemek yeme, taranma, giyinme, tuvalete gitme, transfer gibi günlük yaşam aktiviteleri ve iş-uğraşı tedavileri uygulandı. Bu tedaviler her hastanın ihtiyacına göre belirlendi.

Xbox Kinect™ kullanarak sanal gerçeklik tedavisi:

Sanal gerçeklik tedavisi için Xbox Kinect™ (Xbox 360, Microsoft, ABD) oyun konsolu kullanıldı. Xbox Kinect™'in; kullanıcı hareketlerini özel bir kontrolcüye ihtiyaç duymaksızın algılayabilen kızılötesi bir kamera sensörü (Kinect™ sensör) bulunmaktadır. Bu şekilde kullanıcının SG ortamındaki hareketleri ekranda gerçek zamanlı olarak izlenebilmektedir. Bu hareket algılama yönteminde birtakım düğmelere basılması ihtiyacı olmadığı için, ince el motor becerileri bozuk kişiler de etkin bir şekilde oyuna katılabilmektedirler. SG ortamında verilen görevin uygun şekilde yerine getirilememesi durumunda, görsel ve işitsel geri bildirim sağlanmaktadır [27]. Çalışmamızda kullanılan Microsoft Xbox 360 Kinect™ oyun sisteminin bileşenleri aşağıda özetlenmiştir:

1. **Kinect™ sensör:** Kullanıcının hareketlerini algılayan ve takip eden kızılötesi görüntü sensörüdür (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Microsoft Kinect™ sensörü

2. Xbox 360™ oyun konsolu: Farklı sanal çevreleri ve nesneleri içeren çeşitli oyun programlarının çalıştırıldığı ve Kinect™ tarafından toplanan hareket verilerinin işlenerek oyun programı ile birleştirildiği cihazdır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3. Microsoft Xbox 360™ oyun konsolu

3. Televizyon ekranı: Oyunların içindeki sanal çevrelerin ve nesnelerin ve kullanıcı için oluşturulan sanal karakterin görüntülerinin yansıtıldığı ekrandır.

LCD televizyon ve Xbox Kinect™ oyun konsolu, hastaların dış faktörlerden etkilenmemesi amacıyla, bağımsız ve ayrı bir odaya yerleştirildi. Hastalar, bu odada minimum bozucu etkiye maruz kalarak LCD televizyon karşısında oturur pozisyonda iken oyun oynadılar. Sandalyenin pozisyonu, LCD televizyona 2,25-2,75 metre mesafede olacak şekilde belirlendi ve kızılötesi kamera sensörü de buna göre konumlandırıldı. Tedavi için her biri üst ekstremitenin kullanımını gerektiren, Kinect sports paketinden Bowling (bovling) ve Dr Kawashima's Body and Brain Exercises paketinden Mouse Mayhem (fare kaçırma) oyunları kullanıldı. Bu oyunlar ile ilgili detaylı bilgi ve hareket paternleri Tablo 3.1'de görülmektedir.

Tablo 3.1. Kullanılan Xbox Kinect™ oyunlarının özellikleri

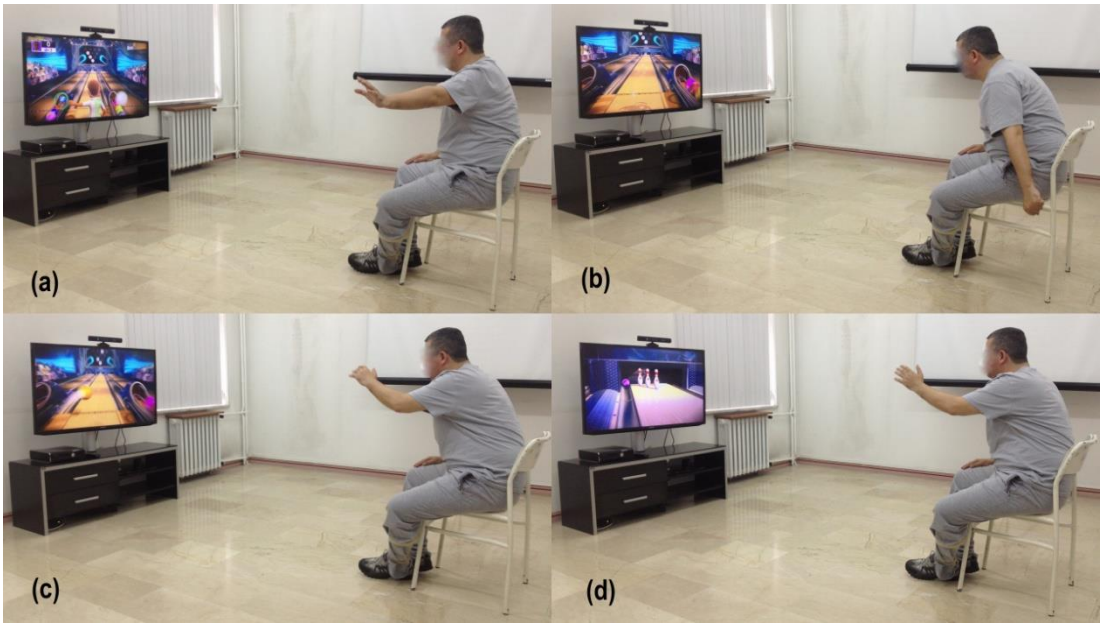
Oyun	Oyun içeriği	Yapılan hareketler	Kullanılan taraf
Bowling	Hastalardan etkilenen tarafları ile topu almaları ve lobutları vuracak şekilde, kollarını sallayarak topu atmaları istenir.	Aktif omuz fleksiyonu, ekstansiyonu, iç ve dış rotasyonu. Aktif dirsek fleksiyonu ve ekstansiyonu	Etkilenen taraf
Mouse Mayhem	Hastalardan frontal düzlemde, sağda ve solda 2'şer adet olmak üzere toplam 4 adet borudan, rastgele zamanlı olarak çıkan farelere, kaçırmadan mümkün olduğunca hızlı şekilde vurmaları istenirken, dikenli farelerden kaçınmaları istenir.	Aktif omuz abduksiyonu, addüksiyonu. Aktif dirsek fleksiyonu ve ekstansiyonu	Her iki taraf

Kullanılan oyunların ekran görüntüleri Şekil 3.4'de gösterilmiştir.



Şekil 3.4. Oyunların ekran görüntüleri; Bowling (sol) ve Mouse Mayhem (sağ)

Hastalara oyun tedavisi başlamadan önce fizyoterapist tarafından oyunlar hakkında bilgi verildi ve oyunları nasıl oynayacakları gösterildi. İlk 30 dakikada Bowling, sonraki 30 dakikada Mouse Mayhem olmak üzere hastalara seans başına toplam 60 dakika oyun oynatıldı (Şekil 3.5 ve Şekil 3.6). Kullanılan bu oyunlar, üst ekstremitenin aktif bir şekilde kullanımını gerektiriyordu. Hastalar genellikle, oyunlar sırasında etkilenen tarafları ile aktif omuz fleksiyonu, abdüksiyonu, dış rotasyonu ve iç rotasyonu ile birlikte dirsek fleksiyonu ve ekstansiyonu, el bilek fleksiyonu ve ekstansiyonu hareketlerini yaptılar.



(a): Topu alırken (kol abduksiyonu), (b): Topu atmaya hazırlanırken (kol ekstansiyonu),
(c): Topu atarken (kol fleksiyonu), (d): Top atıldıktan sonra.

Şekil 3.5. Sol hemiplejik hastanın bowling oynarken görüntüleri



Şekil 3.6. Sol hemiplejik hastanın Mouse Mayhem oynarken görüntüleri

Fizyoterapist tarafından hastaların her seansta ne kadar süre oynadığı kronometre ile ölçülüp tedavi gözlem formuna kaydedildi. Tedavi gözlem formu Ek 3'de görülmektedir.

Her tedavi seansı bitiminde fizyoterapist tarafından Modifiye Borg Skalası (Borg Category-Ratio Scale / Borg CR10) kullanılarak hastaların hissettikleri yorgunluk derecesi değerlendirildi ve değerler tedavi gözlem formuna kaydedildi.

Modifiye Borg Skalası (Borg Category-Ratio Scale / Borg CR10):

Algılanan efor derecesini değerlendirmek amacıyla kullanılan bir ölçektir. Borg skalası ilk olarak Gunnar Borg tarafından geliştirilmiştir ve orijinal hali 6-20 aralığındaki bir skaladan oluşmaktadır. Ancak sonrasında Borg tarafından modifiye edilerek 0-10 aralığındaki bir skala haline dönüştürülmüştür ve Borg CR10 olarak

isimlendirilmiştir [193]. Skalada 0 hiç efor sarf edilmediğini, 10 ise maksimum eforun sarf edildiğini belirmektedir. Skala, klinikte özellikle nefes darlığı, dispne, göğüs ağrısı, anjina ve kas iskelet ağrılarının değerlendirilmesi için kullanılmaktadır. Aynı zamanda tıpta herhangi bir test sırasında hastanın sarf ettiği eforu dökümante etmek için ve spor alanlarında/egzersiz programlarında egzersiz yoğunluğunu belirlemek amacı ile de kullanılmaktadır [193-196]. Modifiye Borg Skalası Ek 4'de görülmektedir.

Tedavi seansı sırasında herhangi bir yan etki ortaya çıkması durumunda fizyoterapist tarafından hemen oyuna ara verilerek hastanın bir süre dinlenmesi sağlandı. Yan etki bildirim formu doldurularak bu durum, değerlendiricinin körlüğünün bozulmaması için, sorumlu araştırmacıya bildirildi. Yan etki bildirim formu Ek 5'de görülmektedir. Dinlenme ile hastanın şikayetinin geçtiği durumlarda oyuna devam edildi. Dinlenmeye rağmen hastanın şikayetinin geçmediği durumlarda ise o günkü seans sona erdirildi ve hastanın ne kadar süre oyun oynadığı kaydedildi. Takip eden günlerde aynı şikayetin tekrar ortaya çıktığı durumlarda, sorumlu araştırmacı tarafından, hastanın oyun programına katılımını engelleyecek ve hastanın çalışmadan dışlanmasını gerektirecek bir durum olup olmadığı değerlendirildi. Ancak hiçbir hastada tedavinin sonlandırılmasını ve hastanın çalışma dışı bırakılmasını gerektirecek bir yan etki ortaya çıkmadı.

Tüm tedavi seanslarının tamamlanması sonrasında, fizyoterapist tarafından hastalarla yüz yüze görüşme yapılarak, oyun sistemi ile ilgili düşüncelerini değerlendirmek amacıyla hasta geribildirim anketi doldurtuldu. Ankette hastaların; oyun sisteminin güvenliği, kolaylık derecesi, eğlenceli olup olmadığı, oyun sırasında veya sonrasında ağrı, yorgunluk hissi, oyun oynama süresinin yeterliliği, oyun sisteminin iyileşmeye katkısı, tedavi amaçlı kullanılması ve başka hastalara önerip önermeyecekleri konularındaki düşünceleri sorgulandı. Hastalardan anketteki her bir soruya 1-5 arası bir puan vermeleri istendi. (1: kesinlikle katılmıyorum, 2: katılmıyorum, 3: ne katılıyor ne katılmıyorum, 4: katılıyorum, 5: kesinlikle katılıyorum). Hasta geri bildirim anketi Ek 6'da görülmektedir.

3.5. Değerlendirme Yöntemleri

Tedavi öncesi ve sonrasında (4. hafta sonu), değerlendirici tarafından tüm hastaların klinik değerlendirmeleri yapıldı ve sonuçlar hasta takip formuna

kaydedildi. Standardizasyonu sağlamak amacıyla değerlendirmelerin tümü aynı araştırmacı tarafından (TAT) yapıldı. Kullanılan değerlendirme yöntemleri aşağıda açıklanmıştır.

3.5.1. Kutu ve Küp Testi (Box and Blocks Test-BBT):

Kaba el becerisinin değerlendirilmesi için kullanılan bir testtir. Bu testte, standart yükseklikteki bir ayırıcı set ile iki eşit parçaya ayrılmış olan, içerisinde her biri eşit ve standart boyutlarda (her bir kenarı 2,5 cm olan) 150 tane küpün bulunduğu, standart boyutlarda bir kutu (kutunun her bir bölmesinin iç genişliği 22 cm; yüksekliği 32 cm) kullanılmaktadır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Kutu ve küp testi

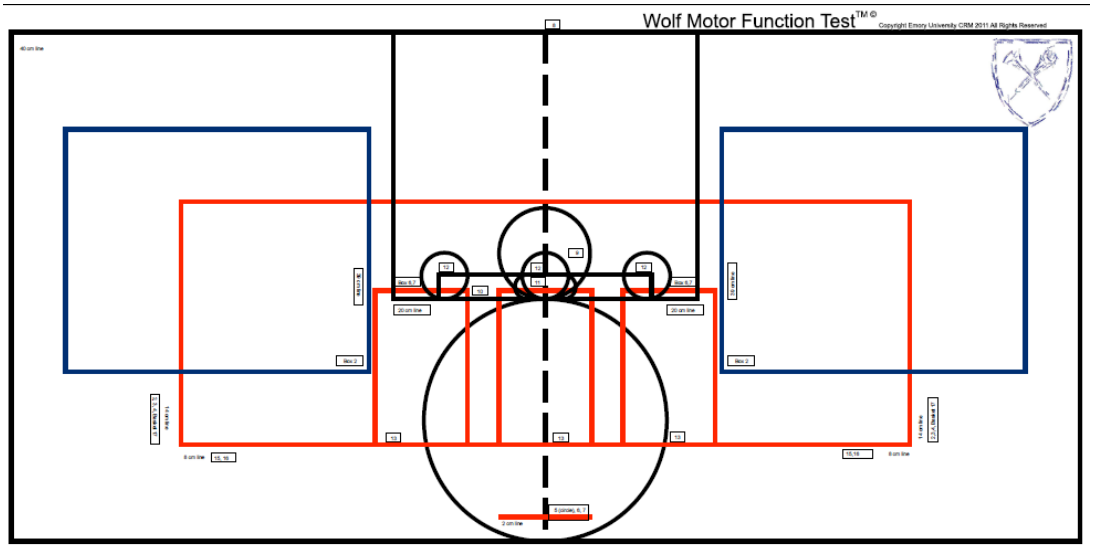
Hastaların 1 dakika içerisinde, mümkün olduğunca hızlı bir şekilde, kutunun tek bir bölmesinde bulunan küpleri karşı tarafa taşımaları istenir. Taşıma işlemi sırasında hastanın tüm parmak uçlarının karşı bölmeye geçmesi gereklidir. Hasta bir seferde sadece bir küpü karşı bölmeye geçirebilir. Aynı seferde birden fazla küpün taşınması durumunda, tek bir küp taşınmış sayılır. Bu test algı bozukluğu, dikkat dağınıklığı olan ve enduransı azalmış olan hastalar için uygulanması ve gerçekleştirilmesi kolay bir testtir. BBT'nin test-tekrar test güvenilirliği r = 0,95 (sol) ve r = 0.98 (sağ)'dir. Gözlemci-içi (intrarater) güvenilirliği ise r = 0.99 (sol) ve r = 1.00 (sağ)'dır [197, 198].

Değerlendirmeler kutu pozisyonunun işaretlenerek standardize edilmiş olduğu bir laboratuvar masasında, hasta yüzü masaya dönük pozisyonda otururken yapıldı. Hastalara test öncesinde 15 saniyelik deneme süresi verildi. Hastaların ilk önce sağlam ekstremitesi, sonrasında etkilenen ekstremitesi test edildi. Kronometre ile 1 dakika süre tutuldu ve 1 dakika içinde hastaların karşı bölmeye taşıdıkları küp adeti sayılarak skor olarak yazıldı. BBT formu Ek 7'de görülmektedir.

3.5.2. Wolf Motor Fonksiyon Testi (WMFT):

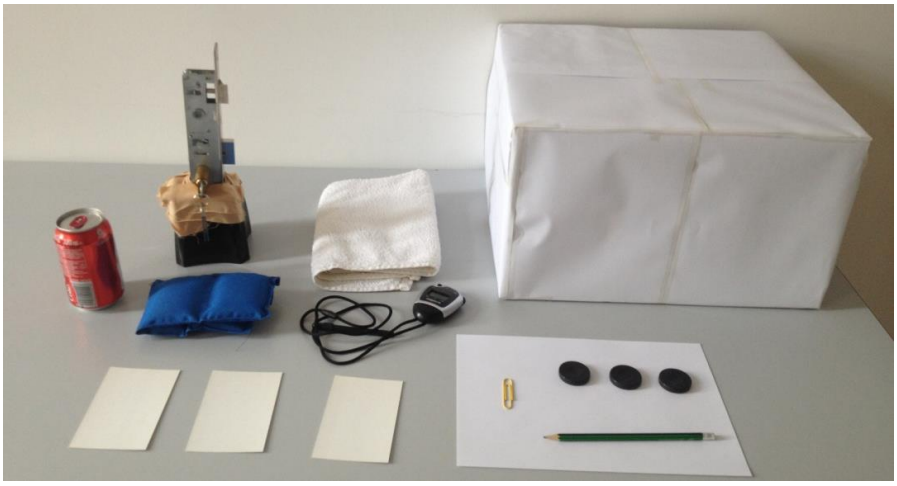
Üst ekstremite motor defisiti olan hastaların motor fonksiyonlarını değerlendirme amacıyla kullanılan bir testtir. Test; zamanlı fonksiyonel görevler aracılığıyla, üst ekstremite motor fonksiyonlarını niceliksel olarak değerlendirir [199]. Testin orijinal versiyonu 1989 yılında Emory Üniversitesi Tıp Fakültesi'nde Dr. Steven L. Wolf tarafından, hafif-orta dereceli inme ve travmatik beyin hasarlı hastalarda zorunlu kullanım tedavisinin değerlendirilmesi amacıyla geliştirilmiştir [200]. WMFT'nin orijinal versiyonu 21 maddeden oluşmaktadır. Günümüzde kullanılan modifiye edilmiş versiyonu ise 17 maddeden oluşmaktadır [201-203]. Maddelerin 15 tanesi zamanlı fonksiyonel görevlerden oluşurken, 2 tanesi kuvveti ölçer. Hastanın ilk önce sağlam veya daha az etkilenen tarafı, sonrasında ise etkilenen veya daha çok etkilenen tarafı değerlendirilir. Görevler mümkün olduğunca hızlı yapılmalıdır, 120 saniye içinde tamamlanamayan görev bırakılarak bir sonraki göreve geçilir [204]. Görevler hem tamamlanma sürelerine hem de doğru ve akıcı şekilde yapılmalarına göre değerlendirilirler. Sonuç olarak her bir görevin tamamlandığı süre ölçülerek kaydedilir ve fonksiyonel düzey skalası değerleri elde edilir [205].

Değerlendirmeler tüm test objelerinin pozisyonlarının işaretlenerek standardize edilmiş olduğu WMFT şablonunun (Şekil 3.8) [206] bulunduğu bir laboratuvar masasında; hasta yüzü masaya dönük ve değerlendirilen tarafı masaya bitişik olacak şekilde 2 ayrı pozisyonda otururken ve ayakta dururken yapıldı.



Şekil 3.8. WMFT Şablonu

Karton kutu,0,5 kg'lık kum torbası, kola kutusu, kalem, ataş, dama taşları, kartlar, anahtar, havlu ve sepetten oluşan test objeleri standardize edildi ve tüm hastaların değerlendirmelerinde aynı materyaller kullanıldı (Şekil 3.9)



Şekil 3.9. WMFT malzemeleri

Çalışmamızda kuvveti değerlendiren 2 madde kullanılmamış olup, zamanlı fonksiyonel görevler tarafından oluşturulan 15 madde kullanıldı. Hastadan yüzü masaya dönük otururken 10, değerlendirilen tarafı masaya bitişik otururken 4 ve ayakta iken 1 olacak şekilde, toplam 15 tanımlanmış görevi yapması istendi. Hastalara her bir görev tarif edildikten ve değerlendirici tarafından 2 kez gösterildikten sonra, mümkün olduğunca hızlı ve doğru bir şekilde görevleri yerine getirmeleri istendi. Hastaların görevleri yerine getirme süreleri kronometre ile

ölçülerek saniye cinsinden kaydedildi. 120 saniye içinde tamamlanamayan görevlerde kronometre durduruldu ve sonuç 120+ olarak kaydedildi. Her bir görev için kaydedilen süre ölçümlerinin ortanca değeri, hastanın WMFT süre skoru olarak kabul edildi [205]. Ayrıca her bir görev 6-noktalı fonksiyonel düzey skalası [204] kullanılarak değerlendirildi ve her bir görev için 0-5 arasındaki skorlar kaydedildi. Her bir görev için kaydedilen fonksiyonel düzey skalası skorlarının ortalama değeri, hastanın WMFT fonksiyonel düzey skoru olarak kabul edildi [205]. WMFT formu ve WMFT fonksiyonel düzey skalası Ek 8'de görülmektedir.

3.5.3. Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (FIM):

Kişilerin günlük yaşam aktivitelerine ilişkin performanslarını değerlendiren bir ölçektir. 18 maddeden oluşur ve kişilerin fonksiyonlarını, fiziksel/motor fonksiyon (13 madde) ve kognitif fonksiyon (5 madde) olmak üzere 2 ana bölümde değerlendirir. Maddeler ayrıca 6 alt başlık (kendine bakım, sfinkter kontrolü, transferler, hareket, iletişim ve sosyal-algı) altında gruplanır. Her madde 1-7 arasında skorlanır; 1 tam yardımı, 7 ise tam bağımsızlığı gösterir. Total skoru 18-126 (tam bağımlı-tam bağımsız) arasında değişir. Ölçeğin Türk popülasyonuna adaptasyonu, geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır [207]. FIM Ek 9'da görülmektedir.

Çalışmada FIM'in motor fonksiyonları değerlendiren; kendine bakım, sfinkter kontrolü, transferler ve hareket alt başlıkları kullanıldı ve FIM motor skoru kaydedildi. Sadece kendine bakım alt başlığındaki maddelerin skorlarının toplanması ile elde edilen skor ise FIM üst ekstremite fonksiyon skoru olarak kaydedildi.

3.5.4. Brunnstrom Motor Evrelemesi (BME):

İnme hastalarının motor gelişimini değerlendiren bir testtir. Signe Brunnstrom 1966 yılında çok fazla sayıdaki hemiplejik hastada gözlemlediği iyileşme evrelerini tanımlamıştır. Bu evrelemede üst ekstremite, alt ekstremite ve el ayrı ayrı değerlendirilir ve inme hastasının iyileşme süreci 7 evre olarak tanımlanır. Bu evrelemeye göre en düşük evre, evre 1 (flask, hiçbir hareketin olmadığı evre); en yüksek evre ise, evre 7 (normal motor fonksiyonun olduğu evre) olarak belirlenmiştir. Yüksek Brunnstrom evreleri motor gelişimin daha iyi olduğunu gösterir [208]. BME Ek 10'da görülmektedir. Çalışmada hastaların üst ekstremite, el ve alt ekstremite BME dereceleri belirlenerek hasta takip formuna kaydedildi.

3.5.5. Modifiye Ashworth Skalası (MAS):

Spastisite değerlendirilmesi amacıyla kullanılan bir ölçektir. İlk defa Ashworth tarafından, spastisite değerlendirilmesi amacı ile, 5-noktalı bir skala olarak tanımlanan Ashworth Skalası; 1987 yılında Bohannan RW. ve Smith MB. tarafından modifiye edilerek 6-noktalı bir skala haline getirilmiştir [209]. Hastaların spastisite evreleri 0-5 arasında derecelendirilmektedir. 0 kas tonusunun normal olduğunu, kas tonusunda artış olmadığını; 5 ise kas tonusunda belirgin artış olduğunu ve etkilenen eklemlerde hareketin mümkün olmadığını göstermektedir [210]. MAS Ek 11'de görülmektedir.

Çalışmada omuz adduktörleri, omuz iç rotatörleri, dirsek fleksörleri, el bilek fleksörleri ve el parmak fleksörleri olmak üzere her bir kas grubu için spastisite derecesi belirlenerek hasta takip formuna kaydedildi.

3.5.6. Üst Ekstremite Eklemlerinin Pasif/Aktif EHA Ölçümü:

Etkilenen üst ekstremite omuz, dirsek ve el bileği pasif ve aktif EHA ölçümleri nötral sıfır yöntemi kullanılarak standart plastik gonyometre ile hasta yatar pozisyonda iken yapıldı ve sonuçlar hasta değerlendirme formuna kaydedildi.

3.6. Sonlanım Parametreleri

3.6.1. Primer Sonlanım Parametreleri:

Pilot niteliğinde olan bu çalışmanın primer sonlanım parametreleri, Xbox Kinect™ oyun sistemi tedavisinin uygulanabilirliği ve güvenilirliği idi. Primer uygulanabilirlik ölçütü olarak hastanın toplam oyun oynama süresi kullanıldı. Böylelikle hastaların seans başına ve toplamda oyunu ne kadar süre ile tolere edebildikleri belirlendi. Ayrıca yorgunluk değerlendirimi için kullanılan Borg CR10 ve hasta geribildirim anketi de uygulanabilirlik ölçütleri olarak kullanıldı.

Primer güvenilirlik ölçütü olarak ise tedavi ile ilişkili yan etki ortaya çıkan hasta oranı kullanıldı. Böylelikle tedavi ile ilişkili olarak ortaya çıkabilecek ciddi veya ciddi olmayan tüm yan etkiler ve oranları belirlendi. Ayrıca tedaviye bağlı olarak ortaya çıkan yorgunluk değerlendirimi için kullanılan Borg CR10 ölçeği, uygulanabilirlik ölçütü olarak kullanımının yanı sıra güvenilirlik ölçütü olarak da kullanıldı.

3.6.2. Sekonder Sonlanım Parametreleri:

Araştırmanın sekonder sonlanım parametresi Xbox Kinect™ oyun sistemi tedavisinin etkinliği idi. Tedavi etkinliğinin belirlenmesinde BBT, WMFT, FIM, BME, MAS ve üst ekstremite eklemlerinin pasif/aktif EHA ölçümleri kullanıldı. Ayrıca hasta geribildirim anketi uygulanabilirlik ölçütü olarak kullanımının yanı sıra etkinlik ölçütü olarak da kullanıldı. Böylece her grubun kendi içerisinde tedavi öncesi ve sonrası değişimleri ve gruplar arasında farklılık olup olmadığı belirlendi.

Araştırmanın Sonlanım Parametreleri:

Uygulanabilirlik:

1. Toplam oyun oynama süresi
2. Borg CR10
3. Hasta geribildirim anketi

Güvenilirlik:

1. Yan etki bildirim formu
2. Borg CR10

Etkinlik:

1. BBT
2. WMFT
3. FIM
4. BME
5. MAS
6. Üst ekstremite eklemlerinde aktif/pasif EHA ölçümü
7. Hasta geribildirim anketi

3.7. İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel değerlendirmesinde "IBM SPSS® Statistics, Version 20" yazılımı kullanıldı. Araştırmaya dahil olan hastaların sosyodemografik özellikleri, klinik özellikleri, primer ve sekonder sonlanım parametreleri için tanımlayıcı istatistik yapılarak ortalama, standart sapma, ortanca, min-max ve yüzdelik değerleri hesaplandı. İstatistiksel analizlerde, örneklem büyüklüğünün sınırlı olması nedeniyle non-parametrik testler tercih edildi. Gruplar arasında yaş, inme sonrası geçen süre açısından farklılık olup olmadığını saptamak için Mann Whitney U testi kullanıldı.

Tedavi ve kontrol grupları; cinsiyet, medeni hal, eğitim düzeyleri gibi sosyodemografik özellikler ve inme etyolojisi, etkilenen taraf, dominant taraf tutulumu, afazi varlığı, hipertansiyon, diyabetes mellitus, hiperlipidemi, kardiyak hastalık, sigara kullanım öyküsü gibi klinik özellikler açısından ki kare testi kullanılarak karşılaştırıldı. Gruplar arasında BBT, WMFT, FIM, BME, üst ekstremite aktif/pasif EHA değerlendirme parametrelerinin tedavi öncesi sonuçları açısından farklılık olup olmadığını saptamak için Mann Whitney U testi kullanıldı. Her iki grupta, tedavi öncesi ve sonrası sekonder sonlanım parametrelerindeki değişim miktarı "Wilcoxon signed rank test" ile değerlendirildi. Grup içi tedavi öncesi ve tedavi sonrası karşılaştırmaları için; Bonferroni düzeltmesi yapılarak Wilcoxon signed rank test ile yapılmış analiz sonuçları için p değeri 0,025 olarak alındı. $p<0,025$ olduğu durumlarda fark istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. Gruplar arasında değişim miktarı açısından fark olup olmadığını belirlemek için Mann Whitney U testi kullanıldı. P değeri 0,05 olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışma grubunda 10, kontrol grubunda 10 olmak üzere toplam 20 hasta çalışmayı tamamladı. Kontrol grubundaki 1 hastanın, konvansiyonel inme rehabilitasyon programını tamamladıktan sonra, daha önce de bir dış merkezde ayaktan rehabilitasyon programı almış olduğu öğrenildi. Diğer 19 hasta ise daha önce hiç rehabilitasyon programı almamıştı. Çalışma sonuçlarını etkileyebileceğinden dolayı, bu hastanın verileri istatistiksel analize dahil edilmedi. İstatistiksel analiz çalışma grubunda 10 hasta, kontrol grubunda ise 9 hasta olmak üzere toplam 19 hastanın sonuçlarına göre yapıldı (Şekil 3.1). Kontrol grubundaki 1 hastanın üst ekstremite aktif/pasif EHA ölçüm verileri eksik olduğu için, EHA ölçüm analizleri çalışma grubunda 10 hasta ve kontrol grubunda 8 hasta olmak üzere 18 hastanın sonucuna göre yapıldı.

4.1. Hastaların Özellikleri

Hastaların yaşları 38 ile 79 arasında değişmekte olup, ortanca değeri:62,05, ortalama değeri 62,05±11,31 yıldı. Çalışma grubundaki hastaların ortalama yaşı 61,70±13,34 yıl (ortanca:66, minimum-maksimum:38-79), kontrol grubundaki hastaların ortalama yaşı 62,44±9,34 (ortanca:64, minimum-maksimum:47-79) yıldı. Her iki gruptaki hastalar yaş açısından karşılaştırıldığında gruplar arasında anlamlı fark bulunmadı (p=0,967). Çalışma grubundaki hastaların 4'ü (%40); kontrol grubundaki hastaların ise 1'i (%11) kadındı. Çalışma grubundaki hastaların 2'si (%20) dul, 8'i (%80) evli iken hiç bekar hasta yoktu. Kontrol grubundaki hastaların ise 2'si (%22) bekar, 7'si (%78) evli iken hiç dul hasta yoktu. Hastaların eğitim düzeylerine bakıldığında; çalışma grubunda 4 hasta (%40) okuma yazma bilmiyordu, 5 hasta (%50) ilkokul, 1 hasta (%10) ise lise mezunu idi. Çalışma grubunda ortaokul veya yüksekokul mezunu kimse yoktu. Kontrol grubunda 1 hasta (%11) okuma yazma bilmiyordu, 4 hasta (%45) ilkokul, 2 hasta (%22) lise ve 2 hasta (%22) da yüksekokul mezunu idi. Kontrol grubunda da, çalışma grubunda olduğu gibi ortaokul mezunu kimse yoktu. Gruplardaki hastalar cinsiyet, medeni hal ve eğitim düzeyleri bakımından ki kare testi kullanılarak karşılaştırıldı, gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı. Hastaların sosyodemografik özellikleri Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Tablo 4.1 Hastaların sosyodemografik özellikleri

	Çalışma grubu (n=10)	Kontrol grubu (n=9)	p değeri
Yaş (yıl)			
Ortanca (min-max)	66 (38-79)	64 (47-79)	0,967
Ortalama ± SD	61,70±13,34	62,44±9,34	
Cinsiyet n(%)			
Kadın	4 (40)	1 (11)	0,303
Erkek	6 (60)	8 (89)	
Medeni hal n(%)			
Bekar	0 (0)	2 (22)	0,134
Dul	2 (20)	0 (0)	
Evli	8 (80)	7 (78)	
Eğitim düzeyi n(%)			
Okuryazar değil	4 (40)	1 (11)	0,240
İlkokul mezunu	5 (50)	4 (45)	
Ortaokul mezunu	0 (0)	0 (0)	
Lise mezunu	1 (10)	2 (22)	
Yüksekokul mezunu	0 (0)	2 (22)	

SD: Standart sapma, min-max: minimum-maksimum

İnme sonrası geçen süreye bakıldığında çalışma grubundaki hastaların hastalık süresi 13-125 gün arasında değişmekte olup, ortanca değeri 33 gün, ortalaması 46,80±36,97 gün idi. Kontrol grubundaki hastaların hastalık süresi 28-116 gün arasında değişmekte olup, ortanca değeri 38 gün, ortalaması 47,67±27,67 gün idi. Her iki gruptaki hastalar inme sonrası geçen süre açısından karşılaştırıldığında gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (p=0,348). Hastaların inme etyolojisine bakıldığında toplamda sadece 1 hastanın (%5) hemorajik, diğer 18 hastanın (%95) iskemik nedenli inme geçirdiği saptandı. Hemorajik inme geçiren 1 hasta çalışma grubunda yer almakta idi. İnme sonrası etkilenen tarafa bakıldığında çalışma grubundaki hastaların 2'sinin (%20) sağ, 8'inin (%80) sol hemiplejisi bulunmakta idi. Kontrol grubundaki hastaların ise 5'inin (%56) sağ, 4'ünün (%44) sol hemiplejisi bulunmakta idi. Çalışmaya katılan tüm hastaların dominant ekstremiteleri sağ idi. Bu nedenle sağ hemiplejisi olan tüm hastaların dominant ekstremiteleri etkilenmiş iken, sol hemiplejisi olan tüm hastaların ise non-dominant ekstremiteleri

etkilenmiş idi. Çalışma grubundaki hiçbir hastada afazi bulunmazken, kontrol grubundaki 2 hastada (%22) hafif derecede afazi bulunmakta idi. Gruplardaki hastalar inme etyolojisi, etkilenen taraf, dominant taraf tutulumu ve afazi varlığı bakımından karşılaştırıldığında, anlamlı farklılık saptanmadı. Hastaların bahsedilen klinik özellikleri Tablo 4.2'de görülmektedir.

Tablo 4.2. Hastaların klinik özellikleri - 1

	Çalışma grubu (n=10)	**Kontrol grubu (n=9)**	**p değeri**
İnme sonrası geçen süre (gün)			
Ortanca (min-max)	33 (13-125)	38 (28-116)	0,348
Ortalama ± SD	46,80±36,97	47,67±27,67	
İnme etyolojisi n (%)			
İskemik	9 (90)	9 (100)	1,000
Hemorajik	1 (10)	0 (0)	
Etkilenen taraf n (%)			
Sağ	2 (20)	5 (56)	0,170
Sol	8 (80)	4 (44)	
Dominant taraf tutulumu n (%)			
Evet	2 (20)	5 (%56)	0,170
Hayır	8 (80)	4 (%44)	
Afazi varlığı n (%)			
Evet	0 (0)	2 (22)	0,211
Hayır	10 (100)	7 (78)	

SD: Standart sapma, min-max: minimum-maksimum.

Gruplardaki hastalar inme risk faktörleri (hipertansiyon, diyabetes mellitus, hiperlipidemi, kardiyak hastalık ve sigara kullanım öyküsü) açısından karşılaştırıldığında benzer bulundu (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Hastaların klinik özellikleri - 2

	Çalışma grubu (n=10)	Kontrol grubu (n=9)	p değeri
Hipertansiyon n (%)			
Evet	7 (70)	5 (56)	0,650
Hayır	3 (30)	4 (44)	
Diyabetes mellitus n (%)			
Evet	6 (60)	2 (22)	0,170
Hayır	4 (40)	7 (78)	
Hiperlipidemi n (%)			
Evet	1 (10)	0 (0)	1,000
Hayır	9 (90)	9 (100)	
Kardiyak hastalık n (%)			
Evet	3 (30)	0 (0)	0,211
Hayır	7 (70)	9 (100)	
Sigara kullanımı n (%)			
Evet	5 (50)	6 (67)	0,650
Hayır	5 (50)	3 (33)	

BBT, WMFT, FIM, BME değerlendirme parametrelerinin tedavi öncesi sonuçlarının gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4.4'de gösterilmiştir. Hastaların tedavi öncesi üst ekstremite aktif/pasif EHA ölçüm sonuçları Tablo 4.5'de gösterilmiştir. Tedavi öncesinde incelenen parametreler açısından iki grup benzer bulunmuştur ($p > 0,05$).

Tablo 4.4. Hastaların tedavi öncesi değerlendirme parametreleri

	Çalışma grubu (n=10)	Kontrol grubu (n=9)	p değeri
BBT-etkilenen taraf (adet)			
Ortanca (min-max)	19 (2-33)	18 (3-42)	0,780
Ortalama ± SD	18,80±12,19	20,00±13,13	
WMFT-süre etkilenen taraf (s)			
Ortanca (min-max)	3,74 (2,28-31,10)	3,83 (1,90-31,17)	1,000
Ortalama ± SD	8,72±9,49	8,65±10,30	
WMFT-skor etkilenen taraf			
Ortanca (min-max)	4,07 (2,40-4,60)	3,93 (2,33-4,93)	0,720
Ortalama ± SD	3,69±0,87	3,84±0,92	
FIM-motor fonksiyon			
Ortanca (min-max)	63 (45-84)	67 (36-80)	0,549
Ortalama ± SD	64,70±14,15	59,78±17,68	
FIM-üst ekstremite fonksiyon			
Ortanca (min-max)	22 (11-36)	25 (11-36)	0,780
Ortalama ± SD	25,30±9,12	24,44±9,08	
BME-üst ekstremite			
Ortanca (min-max)	6 (4-6)	6 (3-6)	0,842
Ortalama ± SD	5,80±0,63	5,33±1,00	

BBT: Kutu ve Küp Testi, WMFT: Wolf Motor Fonksiyon Testi,
FIM: Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği, BME: Brunnstrom Motor Evrelemesi,
SD: Standart sapma, min-max: minimum-maksimum, s: saniye.

Tablo 4.5. Hastaların tedavi öncesi üst ekstremite aktif/pasif EHA ölçümleri

	Çalışma grubu (n=10)	Kontrol grubu (n=8)	p değeri
Omuz abdüksiyonu (derece)			
Aktif			
Ortanca (min-max)	129,0 (80-175)	137,5 (90-180)	0,762
Ortalama ± SD	130,0±35,95	133,75±40,25	
Pasif			
Ortanca (min-max)	165,0 (115-180)	170,0 (95-180)	0,633
Ortalama ± SD	159,70±20,13	159,38±29,33	
Omuz fleksiyonu (derece)			
Aktif			
Ortanca (min-max)	156,0 (110-170)	145,0 (90-175)	0,573
Ortalama ± SD	152,60±17,71	138,75±31,71	
Pasif			
Ortanca (min-max)	173,5 (155-180)	170,0 (140-180)	0,408
Ortalama ± SD	172,20±7,86	164,38±16,35	
Omuz iç rotasyonu (derece)			
Aktif			
Ortanca (min-max)	62,5 (40-70)	60 (40-70)	0,633
Ortalama ± SD	59,90±10,60	58,13±9,61	
Pasif			
Ortanca (min-max)	70,0 (45-70)	70,0 (50-70)	0,897
Ortalama ± SD	66,70±8,03	66,25±7,44	
Omuz dış rotasyonu (derece)			
Aktif			
Ortanca (min-max)	79,0 (40-90)	55,0 (30-90)	0,274
Ortalama ± SD	71,30±17,55	59,38±21,95	
Pasif			
Ortanca (min-max)	90,0 (45-90)	75,0 (40-90)	0,083
Ortalama ± SD	83,50±13,95	69,63±19,15	
Dirsek fleksiyonu (derece)			
Aktif			
Ortanca (min-max)	141,0 (110-150)	135,0 (100-150)	0,408
Ortalama ± SD	137,70±12,14	131,88±15,80	
Pasif			
Ortanca (min-max)	145,0 (120-150)	145,0 (115-150)	0,274
Ortalama ± SD	143,50±9,44	140,00±11,02	
El bilek fleksiyonu (derece)			
Aktif			
Ortanca (min-max)	35,0 (0-80)	37,5 (15-80)	0,897
Ortalama ± SD	44,60±30,30	42,50±24,35	
Pasif			
Ortanca (min-max)	72,5 (30-80)	68,0 (30-80)	0,829
Ortalama ± SD	64,00±19,69	64,50±15,92	
El bilek ekstansiyonu (derece)			
Aktif			
Ortanca (min-max)	45,0 (2-70)	40,0 (15-70)	0,897
Ortalama ± SD	43,20±22,71	43,13±20,69	
Pasif			
Ortanca (min-max)	67,5 (30-70)	65,0 (40-70)	0,897
Ortalama ± SD	61,00±15,24	61,88±10,67	

EHA: Eklem Hareket Açıklığı, SD: Standart sapma, min-max: minimum-maksimum.

4.2. Primer Sonlanım Parametreleri Bulguları

Çalışmanın primer sonlanım parametreleri olan Xbox Kinect™ oyun sistemi tedavisinin uygulanabilirliği ve güvenilirliği ile ilgili bulgular aşağıda verilmiştir.

4.2.1. Uygulanabilirlik Ölçütleri Bulguları

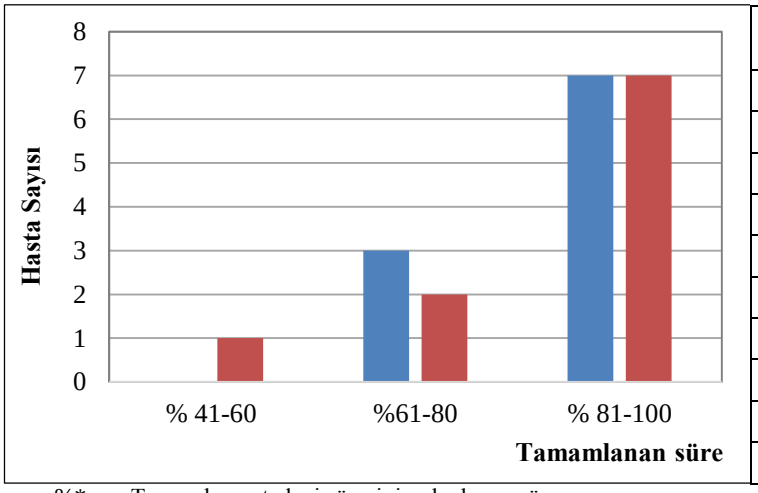
Çalışmanın primer uygulanabilirlik ölçütü hastaların oyun oynama süreleri idi. Çalışma grubundaki 10 hastanın her birinin, tedavi gözlem formundan elde edilen oyun oynama sürelerinin toplamı, hastanın katıldığı seans sayısına bölünerek, her bir hasta için seans başına düşen ortalama oyun oynama süresi hesaplandı. Çalışma grubundaki 10 hastanın seans başına düşen ortalama oyun oynama süresi 37,67-60,00 dakika arasında değişmekte olup, ortanca değeri 57,88 dakika (planlanan 60 dakikalık seans süresinin %96,47'si), ortalaması 54,09±8,38 dakika (planlanan 60 dakikalık seans süresinin %90,15'i) idi. Hastaların toplam oyun oynama süreleri 550-1200 dakika arasında değişmekte olup, ortanca değeri 1157,50 dakika (planlanan 1200 dakikalık toplam sürenin %96,41'i), ortalaması 1047,50±215,74 dakika (planlanan 1200 dakikalık toplam sürenin %87,29'u) idi. Hastaların katıldıkları seans sayısı ise 15-20 arasında değişmekte olup, ortanca değeri 20, ortalaması 19,20±1,62 idi. Çalışma grubundaki hastaların seans başına düşen ortalama oyun oynama süreleri, toplam oyun oynama süreleri ve katıldıkları seans sayıları Tablo 4.6'da gösterilmiştir.

Tablo 4.6. Çalışma grubundaki hastaların oyun süreleri ve seans sayıları (n=10)

	Ortanca (min-max)	**Ortalama ± SD**
Seans başına düşen ortalama oyun oynama süresi (dk)	57,88 (37,67-60,00)	54,09±8,38
Toplam oyun oynama süresi (dk)	1157,50 (550-1200)	1047,50±215,74
Seans sayısı	20 (15-20)	19,20±1,62

SD: Standart sapma, min-max: minimum-maksimum, dk: dakika.

Hastaların seans başına düşen ortalama oyun oynama sürelerinin, planlanan seans süresine (60 dakika) oranına göre belirlenen, oyun sürelerinin tamamlama yüzdelerine bakıldığında; 4 hastanın tedavinin %100'ünü, 3 hastanın >%95'ini, 1 hastanın %77'sini, 1 hastanın %75'ini ve 1 hastanın ise %61'ini tamamladığı görülmüştür. Hastaların toplam oyun oynama sürelerinin, planlanan toplam oyun süresine (1200 dakika) oranına göre belirlenen, tamamlanan tedavi süresi yüzdelerine bakıldığında ise, bu yüzdelerin sadece 3 hastada değiştiği, diğer 7 hastada tamamlanan tedavi yüzdesinin aynı kaldığı görülmüştür. Çalışma grubundaki hastaların tamamlanan tedavi süreleri sonuçları Şekil 4.1'de görülmektedir.

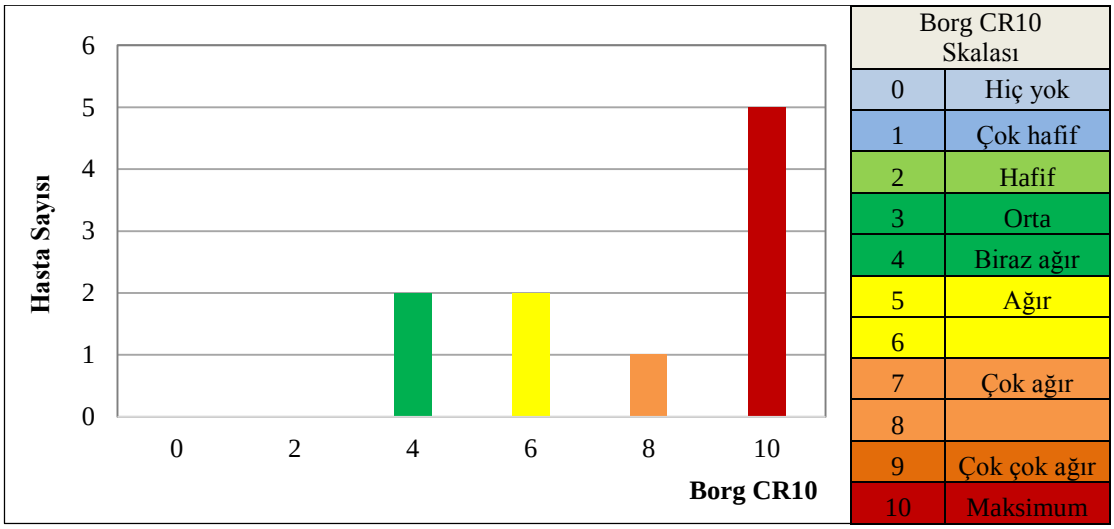


Hasta No	Seans Sayısı	Süre (%*)	
		%**	%***
1	18	96	86
2	20	97	97
3	20	100	100
4	20	100	100
5	20	100	100
6	20	100	100
7	19	75	71
8	20	77	77
9	20	96	96
10	15	61	46

%* : Tamamlanan tedavi süresinin planlanan süreye oranı,
, %** : Seans başına düşen ortalama oyun süresine göre,
, %*** : Toplam oyun süresine göre.

Şekil 4.1. Tamamlanan tedavi süreleri sonuçları grafiği

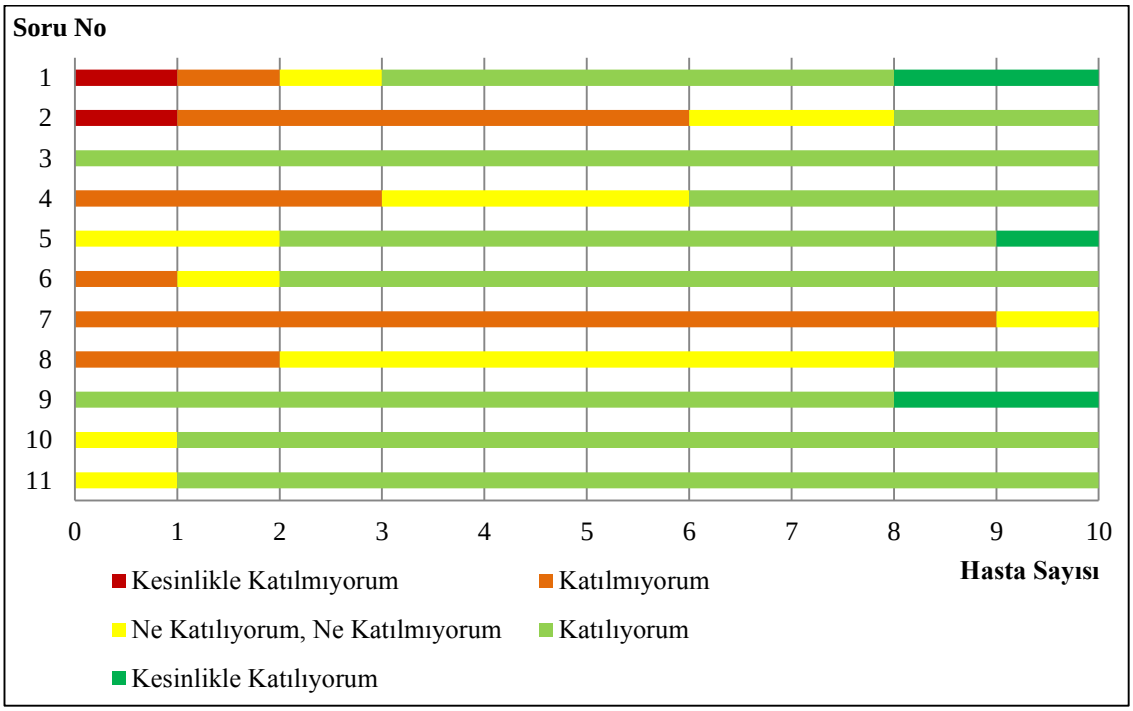
Çalışmanın diğer bir uygulanabilirlik ölçütü olan, hastalar tarafından hissedilen yorgunluk derecesinin Borg CR10 skalasına göre sonuçlarının belirlenmesi için; çalışma grubundaki 10 hastanın her birinin tedavi gözlem formundaki Borg CR10 skorları toplanarak, hastanın katıldığı seans sayısına bölündü. Böylece her bir hasta için ortalama Borg CR10 skoru hesaplandı. Çalışma grubundaki 10 hastanın ortalama Borg CR10 skoru 3,94-10,00 arasında değişmekte olup, ortanca değeri 8,93 ortalaması 7,80±2,48 idi. Borg CR10 skalasına göre 2 hasta oyun sırasında oluşan yorgunluk düzeyini "biraz ağır", 2 hasta "ağır", 1 hasta "çok ağır" ve 5 hasta ise "maksimum" bulduğunu belirtti. Çalışma grubundaki hastaların Borg CR10 skalası sonuçları Şekil 4.2'de görülmektedir.



Borg CR10 Skalası	
0	Hiç yok
1	Çok hafif
2	Hafif
3	Orta
4	Biraz ağır
5	Ağır
6	
7	Çok ağır
8	
9	Çok çok ağır
10	Maksimum

Şekil 4.2. Hastaların Borg CR10 sonuçları grafiği

Çalışmada uygulanabilirlik ölçütü olarak kullanılan hasta geri bildirim anketine bakıldığında "Xbox Kinect sisteminde oyun oynamak güvenlidir" sorusuna 10 hastanın çoğu (%70) olumlu yanıt verdi. "Xbox Kinect sisteminde oyun oynamak kolaydır" sorusuna hastaların çoğu (%60) katılmadı. "Xbox Kinect sisteminde oyun oynamak eğlencelidir" sorusuna hastaların tamamı (%100) "katılıyorum" cevabını verdi. "Xbox Kinect sisteminde oyun oynarken veya sonrasında ağrım olmadı" sorusuna hastaların 3'ü (%30) "katılmıyorum", 3'ü (%30) "ne katılıyor ne katılmıyorum", 4'ü (%40) ise "katılıyorum" cevabını verdi. Hastaların büyük çoğunluğu (%80) Xbox Kinect sisteminde oyun oynadıktan sonra kendini yorgun hissettiğini belirtti. Hastalar büyük oranda (%80) oyun süresini yeterli buldu, uzatılmasına gerek olmadığını (%90) belirtti. "Xbox Kinect sisteminde oyun oynamak iyileşmeme katkıda bulundu" sorusuna hastaların tamamı olumlu cevap verdi. "Xbox Kinect sistemi tedavi amaçlı kullanılabilir" sorusuna hastaların %90'ı olumlu cevap verdi. Aynı şekilde hastaların %90'ı Xbox Kinect sisteminde oyun oynamayı başka hastalara önerebileceklerini belirttiler. Çalışma grubundaki hastaların hasta geri bildirim anketi sonuçları Şekil 4.3 ve Tablo 4.7'de görülmektedir.



Şekil 4.3. Hasta geri bildirim anketi sonuçları grafiği

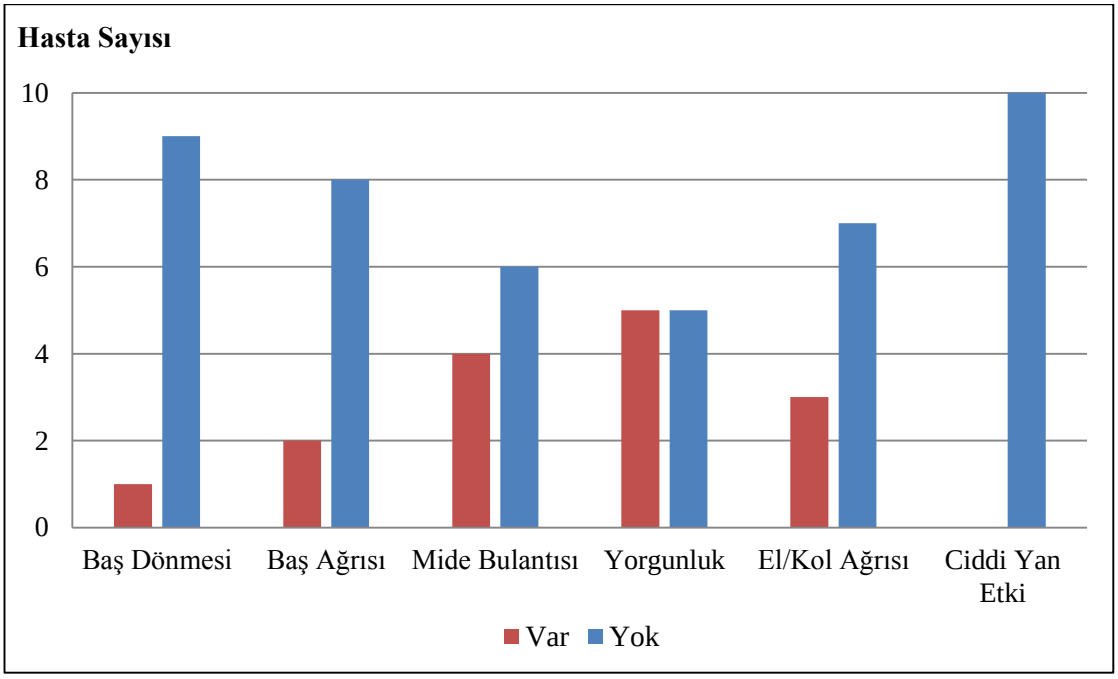
Tablo 4.7. Çalışma grubu hastalarının hasta geri bildirim anketi sonuçları (n=10)

	SORULAR	1 n (%)	2 n (%)	3 n (%)	4 n (%)	5 n (%)
1.	Xbox Kinect sisteminde oyun oynamak güvenlidir	1 (10)	1 (10)	1 (10)	5 (50)	2 (20)
2.	Xbox Kinect sisteminde oyun oynamak kolaydır	1 (10)	5 (50)	2 (20)	2 (20)	0 (0)
3.	Xbox Kinect sisteminde oyun oynamak eğlencelidir	0 (0)	0 (0)	0 (0)	10 (100)	0 (0)
4.	Xbox Kinect sisteminde oyun oynarken veya sonrasında ağrım olmadı	0 (0)	3 (30)	3 (30)	4 (40)	0 (0)
5.	Xbox Kinect sisteminde oyun oynadıktan sonra kendimi yorgun hissettim	0 (0)	0 (0)	2 (20)	7 (70)	1 (10)
6.	Xbox Kinect sisteminde oyun oynama süresi yeterliydi	0 (0)	1 (10)	1 (10)	8 (80)	0 (0)
7.	Yukarıdaki ifadeye katılmıyorum. Oyun oynama süresi daha uzun olmalı	0 (0)	9 (90)	1 (10)	0 (0)	0 (0)
8.	Yukarıdaki ifadeye katılmıyorum. Oyun oynama süresi daha kısa olmalı	0 (0)	2 (20)	6 (60)	2 (20)	0 (0)
9.	Xbox Kinect sisteminde oyun oynamak iyileşmeme katkıda bulundu	0 (0)	0 (0)	0 (0)	8 (80)	2 (20)
10.	Xbox Kinect sistemi tedavi amaçlı kullanılabilir	0 (0)	0 (0)	1 (10)	9 (90)	0 (0)
11.	Xbox Kinect sisteminde oyun oynamayı başka hastalara öneririm	0 (0)	0 (0)	1 (10)	9 (90)	0 (0)

1: Kesinlikle katılmıyorum, 2: Katılmıyorum, 3: Ne katılıyor, ne katılmıyorum,
4: Katılıyorum, 5: Kesinlikle katılıyorum.

4.2.2. Güvenilirlik Ölçütleri Bulguları

Çalışmanın primer güvenilirlik ölçütü olan, tedavi ile ilişkili yan etki ortaya çıkan hasta sayısına bakıldığında, tedavi sırasında veya sonrasında herhangi bir semptom belirten hasta sayısı 5 (%50) idi. Belirtilen semptomlar; baş dönmesi, baş ağrısı, mide bulantısı, yorgunluk ve el/kol ağrısı idi. Baş dönmesi 1 hastada (%10), baş ağrısı 2 hastada (%20), mide bulantısı 4 hastada (%40), yorgunluk 5 hastada (%50), el veya kol ağrısı 3 hastada (%30) gelişti. Tüm hastalarda şikayetler dinlenmekle geçti. Hastaların hiçbirinde ciddi yan etki veya hastanın çalışma dışı bırakılmasını gerektirecek bir yan etki ortaya çıkmadı. Çalışma grubundaki hastalarda, tedavi sırasında ortaya çıkan yan etkiler Şekil 4.4 ve Tablo 4.8'de görülmektedir.



Şekil 4.4. Çalışma grubundaki hastaların yan etki sonuçları grafiği

Tablo 4.8. Çalışma grubundaki hastaların yan etki sonuçları (n=10)

Yan Etkiler	Var n (%)	Yok n (%)	Yan Etkiler	Var n (%)	Yok n (%)
Baş Dönmesi	1 (10)	9 (90)	Yorgunluk	5 (50)	5 (50)
Baş Ağrısı	2 (20)	8 (80)	El/kol ağrısı	3 (30)	7 (70)
Mide Bulantısı	4 (40)	6 (60)	Ciddi yan etki	0 (0)	10 (100)

4.3. Sekonder Sonlanım Parametreleri Bulguları

Çalışma grubunda tedavi öncesi-sonrası, etkilenen taraf BBT skorlarında istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık saptanırken (p=0,005), kontrol grubundaki farklılık sınırda anlamsız saptandı (p=0,025). Çalışma grubunda BBT skorunda gözlenen düzelme kontrol grubuna göre anlamlı oranda fazlaydı (p=0,005).

WMFT fonksiyonel düzey skalası skorlarına bakıldığında, çalışma grubunda tedavi öncesi-sonrası skorlarındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı iken (p=0,005); kontrol grubundaki değişim istatistiksel olarak anlamlı değildi (p=0,041). Çalışma grubundaki iyileşme kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede daha fazla idi (p=0,014). WMFT süre ölçümlerine bakıldığında, hem çalışma hem kontrol grubunda tedavi öncesi-sonrası ölçümlerde anlamlı farklılık saptanırken (sırasıyla p=0,005, p=0,021); iki grup arasında değişim miktarları açısından anlamlı bir fark saptanmadı. (p=0,288).

Hastaların FIM motor fonksiyon skorları kıyaslandığında tedavi ile her 2 grupta da istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptandı (çalışma grubunda p=0,008, kontrol grubunda p=0,017). Aynı şekilde FIM üst ekstremite fonksiyon skorlarında da tedavi ile her 2 grupta da istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptandı (çalışma grubunda p=0,018, kontrol grubunda p=0,018). Hem FIM motor fonksiyon hem de FIM üst ekstremite fonksiyon skorlarındaki değişimler açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (sırasıyla p=0,743, p=0,509).

Üst ekstremite BME sonuçlarında, çalışma grubunda tedavi öncesi-sonrası değerler arasında istatistiksel olarak anlamlı derecede fark bulundu (p=0,010). Kontrol grubundaki fark ise istatistiksel olarak anlamlı değildi (p=0,046). Gruplar arası karşılaştırmada, 2 grup arasındaki değişim miktarı istatistiksel olarak anlamlı idi (p=0,025).

BBT, WMFT fonksiyonel düzey skalası skorları, WMFT süre ölçümleri, FIM ve BME'nin grup içi ve gruplar arası karşılaştırmaları Tablo 4.9'da görülmektedir.

Tablo 4.9. BBT, WMFT, FIM ve BME sonuçlarındaki değişim

	Çalışma grubu (n=10)		Kontrol grubu (n=9)		p**
	Tedavi		Tedavi		
	Öncesi	Sonrası	Öncesi	Sonrası	
BBT (adet)					
Ortanca (min-max)	19 (2-33)	32 (16-50)	18 (3-42)	24 (11-46)	**0,005**
Ortalama ± SD	18,80±12,19	32,50±11,53	20,00±13,13	24,78±10,31	
p*	**0,005**		0,025		
WMFT – FDS					
Ortanca (min-max)	4,07 (2,40-4,60)	4,77 (4,13-5,00)	3,93 (2,33-4,93)	4,07 (3,13-5,00)	**0,014**
Ortalama ± SD	3,69±0,87	4,71±0,30	3,84±0.92	4,15±0,63	
p*	**0,005**		0,041		
WMFT – süre (s)					
Ortanca (min-max)	3,74 (2,28-31,10)	2,36 (0,98-3,25)	3,83 (1,90-31,17)	2,88 (1,69-8,02)	0,288
Ortalama ± SD	8,72±9,49	2,28±0,70	8,65±10,30	3,66±1,96	
p*	**0,005**		**0,021**		
FIM - motor					
Ortanca (min-max)	63,0 (45-84)	78,0 (62-85)	67,0 (36-80)	75,0 (44-80)	0,743
Ortalama ± SD	64,70±14,15	76,10±7,74	59,78±17,68	68,22±13,53	
p*	**0,008**		**0,017**		
FIM - ÜE					
Ortanca (min-max)	22,0 (11-36)	33,5 (25-36)	25,0 (11-36)	30,0 (17-36)	0,509
Ortalama ± SD	25,30±9,11	31,80±4,52	24,44±9,08	28,00±7,37	
p*	**0,018**		**0,018**		
BME - ÜE					
Ortanca (min-max)	6 (4-6)	6 (5-7)	6 (3-6)	6 (4-6)	**0,025**
Ortalama ± SD	5,80±0,63	6,10±0,88	5,33±1,00	5,22±0,97	
p*	**0,010**		0,046		

BBT: Kutu ve Küp Testi, WMFT: Wolf Motor Fonksiyon Testi, FIM: Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği,
BME: Brunnstrom Motor Evrelemesi, FDS: Fonksiyonel Düzey Skalası, ÜE: Üst Ekstremite,
SD: Standart sapma, min-max: minimum-maksimum, , s: saniye,
p* : Grup içi tedavi öncesi – sonrası değişim (p<0,025)
p** : Gruplar arası değişim farkı (p<0,05)

Tedavi sonrasında, gruplardaki hiçbir hastanın omuz adduktör ve omuz iç rotatör kas gruplarındaki spastisitesinde MAS'a göre bir herhangi bir değişiklik olmadı. Dirsek fleksörleri spastisitesine bakıldığında, çalışma grubundaki 1 hastada (%10) dirsek fleksörleri MAS derecesi 2'den 1'e düştü, diğer 9 hastada (%90) değişiklik olmadı. Kontrol grubunda ise 1 hastada (%11) dirsek fleksörleri MAS derecesi 2'den 0'a düştü, 7 hastada (%78) değişiklik olmadı, 1 hastada (%11) ise dirsek fleksörleri MAS derecesi 0'dan 1'e yükseldi. Dirsek fleksörleri MAS derecelerinde değişiklik olan aynı hastaların ayrıca el bilek ve el parmak fleksörleri MAS derecelerinde de aynı miktarda ve aynı yönde değişiklikler oldu. Sonuç olarak

çalışma grubunda 1 hastanın dirsek, el bilek ve el parmak fleksörleri MAS derecesinde 1 birim azalma, kontrol grubundaki 1 hastanın aynı kas grupları MAS derecelerinde 2 birim azalma ve kontrol grubundaki 1 hastanın aynı kas grupları MAS derecelerinde 1 birim artma gözlendi. Çalışma grubundaki 9 hasta, kontrol grubundaki 7 hastanın ise hiç bir kas grubu MAS derecesinde değişiklik gözlenmedi. Hastaların tedavi sonrası MAS derecesindeki değişim miktarlarına göre dağılımı Tablo 4.10'da görülmektedir.

Tablo 4.10. MAS derecesi değişim miktarları

	MAS derecesi değişim miktarları			
	-2	**-1**	**0**	**1**
		Omuz adduktörleri		
Çalışma grubu n(%)	0 (0)	0 (0)	10 (100)	0 (0)
Kontrol grubu n(%)	0 (0)	0 (0)	9 (100)	0 (0)
		Omuz iç rotatörleri		
Çalışma grubu n(%)	0 (0)	0 (0)	10 (100)	0 (0)
Kontrol grubu n(%)	0 (0)	0 (0)	9 (100)	0 (0)
		Dirsek fleksörleri		
Çalışma grubu n(%)	0 (0)	1 (10)	9 (90)	0 (0)
Kontrol grubu n(%)	1 (11)	0 (0)	7 (78)	1 (11)
		El bilek fleksörleri		
Çalışma grubu n(%)	0 (0)	1 (10)	9 (90)	0 (0)
Kontrol grubu n(%)	1 (11)	0 (0)	7 (78)	1 (11)
		El parmak fleksörleri		
Çalışma grubu n(%)	0 (0)	1 (10)	9 (90)	0 (0)
Kontrol grubu n(%)	1 (11)	0 (0)	7 (78)	1 (11)

MAS: Modifiye Ashworth Skalası

Hastaların üst ekstremite aktif/pasif EHA ölçümleri değerlendirildiğinde, çalışma grubundaki hastaların omuz abduksiyonu, omuz fleksiyonu, omuz dış rotasyonu, el bilek fleksiyonu ve el bilek ekstansiyonu aktif EHA ölçümlerinde tedavi sonrasında istatistiksel olarak anlamlı artış saptandı ($p<0,025$). Aynı hareketlerin pasif EHA ölçümlerindeki artış değerleri istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p>0,025$). Kontrol grubunda ise hastaların sadece aktif omuz iç rotasyonu EHA ölçümlerinde tedavi sonrasında istatistiksel olarak anlamlı artış saptandı

(p=0,016), diğer üst ekstremite hareketlerinin aktif/pasif EHA ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmadı (p>0,025). Gruplar arasında ise üst ekstremite aktif/pasif EHA ölçümlerinin değişim miktarları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (p>0,05). Hastaların üst ekstremite aktif/pasif EHA ölçümlerinin tedavi öncesi-sonrası değişim miktarlarının grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması Tablo 4.11'de görülmektedir.

Tablo 4.11. Tedavi öncesi ve sonrası aktif/pasif EHA değişim miktarları

	Çalışma grubu (n=10)	Kontrol grubu (n=8)	p*	p**	p***
Omuz abdüksiyonu (°)					
Aktif					
Ortanca (min-max)	10,0 (3-50)	12,5 (0-70)	**0,005**	0,042	0,623
Ortalama ± SD	18,10±16,22	19,38±24,27			
Pasif					
Ortanca (min-max)	5,0 (0-45)	5,0 (0-65)	0,026	0,042	0,711
Ortalama ± SD	8,20±13,65	13,75±22,32			
Omuz fleksiyonu (°)					
Aktif					
Ortanca (min-max)	10,0 (0-35)	12,5 (0-50)	**0,007**	0,028	0,893
Ortalama ± SD	12,80±9,93	16,25±17,06			
Pasif					
Ortanca (min-max)	4,0 (0-25)	5,0 (0-30)	0,026	0,042	0,517
Ortalama ± SD	5,10±7,55	8,75±10,94			
Omuz iç rotasyonu (°)					
Aktif					
Ortanca (min-max)	4,5 (0-20)	7,5 (0-15)	0,027	**0,016**	0,315
Ortalama ± SD	5,90±7,01	7,50±4,63			
Pasif					
Ortanca (min-max)	0 (0-25)	0 (0-15)	0,180	0,180	0,807
Ortalama ± SD	3,30±8,03	3,13±5,94			
Omuz dış rotasyonu (°)					
Aktif					
Ortanca (min-max)	10,0 (-1-30)	5,0 (0-20)	**0,016**	0,026	0,438
Ortalama ± SD	10,40±9,69	6,88±6,51			
Pasif					
Ortanca (min-max)	0 (-1-35)	4 (0-25)	0,285	0,042	0,130
Ortalama ± SD	4,40±11,22	6,63±8,93			
Dirsek fleksiyonu (°)					
Aktif					
Ortanca (min-max)	1,5 (0-30)	5,0 (0-20)	0,043	0,041	0,709
Ortalama ± SD	6,80±10,39	6,25±6,94			
Pasif					
Ortanca (min-max)	0 (0-20)	0 (0-10)	0,109	0,102	0,916
Ortalama ± SD	4,50±7,62	2,50±3,78			
El bilek fleksiyonu (°)					
Aktif					
Ortanca (min-max)	10,0 (0-32)	5,0 (0-25)	**0,017**	0,026	0,319
Ortalama ± SD	14,50±13,04	8,75±9,16			
Pasif					
Ortanca (min-max)	2,5 (0-30)	7,5 (0-14)	0,042	0,039	0,851
Ortalama ± SD	7,50±10,34	6,13±5,62			
El bilek ekstansiyonu (°)					
Aktif					
Ortanca (min-max)	10,0 (0-44)	7,5 (0-35)	**0,011**	0,042	0,292
Ortalama ± SD	15,40±13,39	10,00±12,25			
Pasif					
Ortanca (min-max)	2,5 (0-10)	0 (0-10)	0,038	0,180	0,332
Ortalama ± SD	3,50±4,12	1,88±3,72			

EHA: Eklem Hareket Açıklığı, SD: Standart sapma, min-max: minimum-maksimum, °: derece.
p*: Çalışma grubu grup içi (p<0,025), p**: Kontrol grubu grup içi (p<0,025), p***: Gruplar arası (p<0,05).

Pilot niteliğindeki bu çalışmanın primer amacı, Xbox Kinect™ oyun sistemi tedavisinin etkinliğinin belirlenmesi olmamasına rağmen; çalışmanın sekonder sonlanım parametrelerinden olan BBT skorlardaki değişim miktarının çalışma grubunda, kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı derecede fazla çıkması, örneklem büyüklüğünün bu farkı belirlemede yeterli güce sahip olup olmadığı sorusunu doğurdu. Bu amaçla post-hoc güç analizi yapıldı. Bir grupta 10, diğer grupta 9 olmak üzere 19 örneklem büyüklüğünün, α=0,05 iken, BBT skorlarındaki değişim miktarları arasındaki farkı (8,9 adet küp) saptamadaki gücü 0,89 olarak hesaplandı.

5. TARTIŞMA

İnme sonrası rehabilitasyon gelişmekte olan bir alandır. Motor fonksiyonu geliştirmeyi amaçlayan yeni rehabilitasyon stratejileri; yüksek yoğunlukta, tekrarlayıcı ve görev odaklı egzersizlere odaklanmaktadır [4, 211]. Uzun süreli potansiyelizasyon (Long term potentiation), yeni edinilen ve tekrar kazanılan öğrenilmiş motor paternlerin elde edilmesinde yer alır ve tekrarlayan uyarı ve görevlerle gelişir. SG oyun sistemleri, kullanıcının bilgisayar tarafından simule edilen çevre ile etkileşime girmesine ve performansı ile ilgili olarak gerçek zamanlı geri bildirim almasına izin veren bir teknolojidir [15]. Ancak SG sistemlerinin, mevcut konvansiyonel yaklaşımları ne ölçüde kolaylaştırdığı veya daha üstün olup olmadığı sorusunun cevabı henüz belli değildir [4, 11].

Sanal gerçeklik oyun sistemlerinin inme rehabilitasyonunda kullanımı ile ilgili sınırlı kanıt mevcuttur. SG oyun sistemleri ve üst ekstremite motor fonksiyonları ve günlük yaşam aktiviteleri ile ilgili 3 sistematik derlemede, SG oyunlarının inme rehabilitasyonu için bir araç olarak, potansiyel yararı ve güvenilirliği vurgulanmıştır. Bununla birlikte, SG oyunları ile ilgili kanıtların yetersiz olduğu ve iyi tasarlanmış randomize çalışmalardan elde edilecek kanıtlara ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır [8, 10, 11].

Subakut inmeli hastaların rehabilitasyonunda Microsoft Xbox 360 Kinect™ oyun sisteminin uygulanabilirliği, güvenilirliği ve üst ekstremite motor ve fonksiyonel iyileşme üzerine etkisinin araştırıldığı bu pilot çalışma, bu oyun sisteminin ilk kez inme geçirmiş ve inme sonrası ilk 9 ay içinde olan hastalarda nörorehabilitasyon tedavi yöntemi olarak kullanıldığı ilk randomize kontrollü çalışmadır. Elde edilen bulgular bu oyun sisteminin inmeli hastalarda rahatlıkla uygulanabileceğini ve güvenilir olduğunu göstermektedir.

Primer uygulanabilirlik ölçütü olan oyun oynama süresine bakıldığında, hastaların seans başına düşen ortanca oyun oynama süresi oldukça yüksek olup (57,88 dk), bu değer planlanan seans süresinin %96,47'sini oluşturmaktadır. 7 hasta tedavinin %95-100'ünü tamamlayabilmiştir. Aynı oyun sisteminin kronik inmeli hastalardaki etkinliğini değerlendiren diğer çalışmalarda seans süresi daha kısa (30 dakika) tutulmuştur. Ayrıca bu çalışmalarda tedavi süresine uyum ve tamamlama oranları hesaplanmamıştır [26, 27]. Çalışmamızda hastaların ortalama toplam oyun

oynama süresi oranı %87,29 olarak saptanmıştır. Sanal gerçekliğe dayalı oyun sistemlerinin bir başka örneği olan Nintendo Wii™'nin uygulanabilirliği ve güvenilirliğinin araştırıldığı bir çalışmada, 60 dakikalık seanslar uygulanmış ve toplam oyun oynama süresi oranı benzer şekilde yüksek (%76) saptanmıştır [15]. Hem toplam hem de seans başı oyun oynama süresinin yüksek bulunması, Microsoft Xbox Kinect™ oyun sisteminin inmeli hastalar tarafından kolay uygulanabilir olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda belirlenen oyun süresi, literatürde inmeli hastalarda Xbox Kinect™ oyun sisteminin kullanıldığı 2 çalışmada [26, 27] kullanılan oyun süresinin 2 katıdır. Ancak geri bildirim anketi sonuçlarına göre, hastalar büyük oranda (%80) oyun süresini yeterli bulduklarını, uzatılmasına gerek olmadığını (%90) belirtmişlerdir. Bu sonuçlara göre 60 dakikalık seans süresinin yeterli olduğu söylenebilir.

Xbox Kinect™, diğer SG temelli oyun sistemlerinin aksine hastaların herhangi bir joystick veya uzaktan kumanda tutmasını gerektirmemektedir. Bu sayede fonksiyonel düzeyi düşük olup cihazları tutamayan veya cihazlar nedeniyle rahatsızlık duyan inmeli hastalar için daha uygun olabileceği söylenebilir. Öte yandan Xbox Kinect™ sisteminin tüm inmeli hastalara uygulanmasını sınırlayan bir de dezavantajı mevcuttur. Doğru hareket ölçümü için sistem kamerasının kişiye göre kalibre edilmesi gerekmektedir. Kalibrasyon sırasında hastanın belirli bir mesafe uzaklıkta ayakta veya oturur pozisyonda iken kollarını yanlara kaldırarak, birkaç saniye hareket etmeden sabit durması gerekmektedir. Buna göre inmeli bir hastanın kalibrasyonu başarı ile tamamlayabilmesi için üst ekstremitesinin BME'ye göre en az evre 3 düzeyinde olması gerektiği söylenebilir. Başlangıç kalibrasyon pozisyonunu gerçekleştiremeyen hastalarda bu yöntemin kullanılması zor olacaktır. Alternatif olarak, bir başkası tarafından hastanın kolları pasif şekilde havaya kaldırılarak başlangıç kalibrasyon pozisyonu elde edilebilirse de, hastaların belirli oyunlarda aktif omuz hareketi yapmaları gerekeceğinden oyun performanslarının düşeceği unutulmamalıdır. Benzer şekilde Pastor ve ark. da [22] Kinect™'in başlangıç kalibrasyon pozisyonunun elde edilmesindeki zorluğu vurgulamışlardır. Çalışmalarında, inmeli hastaların üst ekstremite rehabilitasyonuna yönelik özel oyunlar ve Kinect™'i kullanan yeni bir sistem geliştirilmiştir. Bu sistemde oyun

sırasında, hastanın el hareketlerini izlemek ve takip etmek için Kinect™ kişi oturur pozisyonda iken ellerinin bulunduğu masayı görecek şekilde, aşağıya doğru çevrilmiş olarak kullanılmıştır. Üst ekstremite kalibrasyon işlemi için hastalardan sadece uygun yükseklikteki masa üzerinde düz bir yüzeyde, el sallama şeklinde ellerini hareket ettirmeleri istenmiş olup, bu kalibrasyon metodunun üst ekstremitesi zayıf olan hastalar için bile oldukça kolay olduğu belirtilmiştir [22]. Ancak bu çalışmada bile hastaların el sallama gibi belirli düzeyde bir istemli hareketi yapmaları gerektiği vurgulanmıştır. Diğer yandan inme rehabilitasyonunda kullanılan, zorunlu kullanım tedavisi ve iş-uğraşı tedavisi gibi yöntemlerin de, aynı şekilde seçilmiş hasta gruplarında uygulanabildiği hatırda tutulmalıdır [6, 95, 99, 101].

Çalışmamızın diğer bir uygulanabilirlik ölçütü olan, hastalar tarafından hissedilen yorgunluk derecesi Borg CR10 skalası ile değerlendirilmiş ve ortanca değeri yüksek (8,93) bulunmuştur. Bir başka deyişle hastalar 60 dakikalık Xbox Kinect™ oyun süreci bitiminde yüksek oranda yorgunluk hissettiklerini belirtmişlerdir. Bununla birlikte, hiçbir hastanın tedaviyi yarıda bırakmamış olması ve toplam tedavi süresinin tamamlanma yüzdesinin yüksek olması dikkat çekici bir bulgudur. İfade edilen yorgunluk hissi düzeyinin, hastaların kişisel özellikleri, tedavi süresinin uzunluğu, kullanılan oyun konsolunun ve seçilen oyun programının niteliği gibi faktörlerden etkilenebileceğini düşünmekteyiz.

Kafri ve ark.[188], kronik (>6 ay) inmeli hastalarda ve aynı yaş grubundaki sağlıklı kişilerde, interaktif video oyunları (Microsoft Xbox Kinect™ ve Nintendo Wii™) sırasında harcanan enerji miktarı, elde edilen egzersiz yoğunluğu ve hissedilen yorgunluk derecelerini (Borg skalasına göre) karşılaştırmışlardır. Kronik inmeli hastaların bu oyun konsolları ile orta yoğunlukta egzersiz yaptıkları, oyunlar sırasında harcanan enerji miktarı ve egzersiz yoğunluğunun sağlıklı kişilerden anlamlı derecede daha düşük olduğunu saptamışlardır. İnmeli hastalarda oyunlar sırasında harcanan enerji miktarının sağlıklı kişilerden daha az olmasına rağmen, 2 grup arasında hissedilen yorgunluk dereceleri açısından farklılık saptanmamıştır. Yazarlar, inmeli kişilerde orantısız yorgunluk hissi oluşmasını, "hastaların düşük egzersiz kapasiteleri nedeniyle oyunları maksimum egzersiz kapasitelerinin daha büyük yüzdelerinde oynamaları" ile açıklamışlardır [188]. Bir başka çalışmada ise inmeli hastaların Borg skalasına göre egzersizde harcanan efor derecelerini fazla

büyüterek belirttikleri rapor edilmiştir. Araştırmacılar bu fazla büyütme durumunu; fizyolojik, farmakolojik ve psikolojik faktörler kadar inme ilişkili etkilenmeler ile de ilişkilendirmişlerdir [212].

Çalışmamızda uygulanan oyun süresi (60 dk), benzer araştırmalarda tercih edilen süreye (30 dk) göre uzundur [26, 27]. Bu durum, hastalar tarafından hissedilen yüksek yorgunluk derecelerinin bir nedeni olabilir. Daha kısa tedavi süresi veya oyunlar arasına dinlenme periyodu konulması ile hastaların yorgunluk derecelerinin azaltılabileceği düşünülebilir. Öte yandan, Saposnik ve ark. [15], seans başına 60 dakikalık Nintendo Wii™ oyun tedavisi uygulamalarına rağmen 9 hastanın sadece 3'ünde (%33,3) Borg skalasına göre ≥"ağır" düzeyinde yorgunluk oluştuğunu gözlemlemişlerdir. Çalışmamızda ise hastaların %80'ninde ≥"ağır" düzeyde yorgunluk oluşmuştur. Bu uyumsuzluk kullanılan oyun konsolları ve oyunların farklı olmasından kaynaklanmış olabilir. Nitekim bir araştırmada Microsoft Xbox Kinect™ ve Nintendo Wii™ aynı hastalara uygulanmış ve parametrelerin oyun konsoluna göre farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir [188]. Katılımcılara her iki oyun konsolu ile de aynı oyun ("boks") oynatılmıştır. Sağlıklı kişilerin her iki oyun konsolu ile aynı oyunu oynarken harcadıkları enerji miktarları karşılaştırıldığında, bu değerin Microsoft Xbox Kinect™ ile oynama sırasında istatistiksel olarak daha yüksek olduğu saptanmıştır. Yazarlar sağlıklı kişilerde görülen harcanan enerji miktarlarındaki bu farklılığın, "konsolların hareketi algılama, takip etme ve veri aktarma özelliklerindeki farklar ile açıklanabileceğini" belirtmiştir. Bu durum Kafri ve ark. [188] tarafından şöyle açıklanmıştır: "Nintendo Wii™'de elde tutulan bir kumanda ile ekrandaki sanal karakter hareket ettirilebildiği için, hasta bir süre sonra gerekli vücut hareketini yapmadan da hedefe ulaşabilmeyi öğrenir. Buna karşılık Xbox Kinect™'in hareket algılama özelliği çok daha hassas olduğu için, hastanın sanal karakteri hareket ettirebilmesi ve hedefine ulaşabilmesi için, gerçek zamanlı olarak doğru hareketi doğru şekilde yapması gerekir ki bu durum da kişinin daha fazla enerji harcamasını gerektirir". Aynı çalışmada inmeli hastaların enerji harcama miktarları açısından 2 konsol arasında farklılık olmadığı görülmüştür. Bu durum inmeli hastaların enerji harcama aralığının sağlıklı kişilere göre çok daha dar olması ile ilişkilendirilmiştir [188].

Çalışmamızda oyunu oynatan fizyoterapist tarafından, hastaların özellikle "Mouse Mayhem" oyununu oynarken yoruldukları belirtilmiştir. "Mouse Mayhem" oyununda hastalar zamana karşı yarışmakta ve borulardan rastgele zamanda ve rastgele yönlerden çıkan farelere bir kez vurmaları gerekmektedir. "Bowling" oyununda olduğu gibi oyunun temposunu hastanın kendisi değil, oyunun kendisi belirlemektedir. Hastalar oyunda başarılı olmak için hızlı ve seri bir şekilde hareket etmek zorundadırlar. "Bowling" oyununda ise hastanın topu kısa aralıklarla hızlı bir şekilde veya uzun aralıklarla yavaş bir şekilde atması kendi tercihine bırakılmaktadır. Sonuç olarak, hastaların yüksek yorgunluk dereceleri "Mouse Mayhem" oyununun hızlı temposundan kaynaklanmış olabilir. Kafri ve ark. tarafından yapılan çalışmada, daha önce bahsedilen parametrelerin seçilen oyun programına göre değiştiği gösterilmiştir [188]. AKD ve Amerikan Spor Hekimliği Birliği (American College of Sports Medicine) sağlığın geliştirilmesi için orta-düşük yoğunlukta fiziksel aktiviteyi ve kardiyovasküler zindelik için yoğun fiziksel aktiviteyi önermektedir. Kondüsyonu olmayan sağlıklı kişilerde ve inme geçirmiş kişilerde bunun sağlanması için, maksimal kalp hızının %50-80'ine ulaşıldığı ve orta MET (metabolik eşlenik) düzeylerinde (3,0-5,9) fiziksel aktivite yapılmasının önerildiği de akılda tutulmalıdır [213, 214].

Hastaların oyun sistemi ile ilgili düşüncelerinin değerlendirildiği geri bildirim anketi sonuçları çalışmamızın diğer bir uygulanabilirlik ölçütü idi. Anket sonuçlarına göre hastaların tamamının bu tedavi yöntemini eğlenceli bulduğu saptanmıştır. Bu sonuç literatürdeki diğer SG oyun sistemleri ile yapılan çalışmaların sonuçları ile uyumludur. Daha önceki çalışmalarda hem Nintendo Wii™ [14, 215], hem Playstation II Eyetoy™ [16], hem de özel olarak tasarlanmış bilgisayar oyunları ile Kinect™ 'in kullanıldığı oyun sistemlerinin [7, 22] hastalar tarafından eğlenceli bulunduğu belirtilmiştir. İki farklı oyun konsolunun (Microsoft Xbox Kinect™ ve Nintendo Wii™) karşılaştırıldığı bir çalışmada inmeli hastalar Xbox Kinect™ sistemini daha eğlenceli bulmuşlardır [188]. Motivasyonun arttırılması ve gerekli tedavi süresi ile yoğunluğun sağlanabilmesi için, hastalar tarafından tedavi yönteminin benimsenmesinin ve eğlenceli bulunmasının çok önemli bir faktör olduğu ve bu durumun tedavi yöntemini daha uygulanabilir kıldığı unutulmamalıdır.

Geri bildirim anketi sonuçlarına göre, hastaların çoğu (%60) oyun sisteminin kolay olduğuna katılmamıştır. Bu durumun hastaların hissettikleri yüksek yorgunluk dereceleri ile ilişkili olabileceği düşünülebilir. Lange ve ark. [7] tarafından, nörolojik hasarlı erişkin hastaların denge rehabilitasyonu için özel olarak tasarlanmış bir bilgisayar oyununu ve Kinect™'i kullanan yeni bir sistemin araştırıldığı çalışmada, hastaların genel olarak oyunu eğlenceli ancak zor buldukları belirtilmiştir. Benzer şekilde çalışmamızda hastaların %80'i oyun oynadıktan sonra kendilerini yorgun hissettiklerini belirtmişlerdir. Bununla birlikte hastaların çoğu (%70) oyun sisteminin güvenli bir tedavi yöntemi olduğunu belirtmiştir.

Hastaların tamamı oyun sisteminin iyileşmesine katkıda bulunduğunu, %90'ı bu sistemin tedavi amaçlı kullanılabileceğini ve yine %90'ı bu tedavi yöntemini başka hastalara önerebileceklerini belirtmişlerdir. İnmeli hastalarda Xbox Kinect™ oyun sisteminin kullanıldığı diğer çalışmalarda [26, 27, 188] hastaların bu konulardaki düşünceleri değerlendirilmemiştir. Yong Joo ve ark. [14] subakut (≤3 ay) inmeli hastaların üst ekstremite rehabilitasyonunda Nintendo Wii™ oyun sistemini kullanmışlar ve hastaların çoğunluğunun tedavi yöntemini yararlı bulduğu ve diğer hastalara önerdiğini bildirmişlerdir. Hastaların tedavi yöntemi hakkında olumlu düşünmelerinin tedaviye olan inanç ve motivasyonlarının arttırılmasında önemli olacağını düşünmekteyiz.

Çalışmanın primer güvenilirlik ölçütü olan, tedavi ile ilişkili yan etki ortaya çıkan hasta sayısına bakıldığında, hastaların hiçbirinde ciddi yan etki veya hastanın çalışma dışı bırakılmasını gerektirecek bir yan etki ortaya çıkmadığı tespit edilmiştir. 60 dakikalık seans süresini tamamlayamayan hastalar incelendiğinde, bu hastaların bazı tedavi seanslarında yorgunluk veya kol ağrısı nedeni ile süre dolmadan seansı bitirdikleri görülmüştür. Ancak bu durum tüm tedavi seanslarında oluşmamış olup hastalar diğer tedavi seanslarına devam etmişlerdir. Hasta geri bildirim anketinde ise hastaların %50'si oyun tedavisi sırasında veya sonrasında el/kol ağrılarının olduğunu belirtmişlerdir. İnmeli hastalarda Xbox Kinect™ oyun sisteminin kullanıldığı diğer çalışmalarda [26, 27, 188] yan etki gelişimi değerlendirilmemiştir. Nintendo Wii™ uygulanan bir çalışmada; hiçbir hastada ciddi yan etki oluşmadığı, tedavi sırasında veya sonrasında herhangi bir semptom belirten hasta sayısının 6 (%60) olduğu ve

gelişen semptomların yorgunluk, baş dönmesi, mide bulantısı, omuz, kol veya el ağrısı olduğu belirtilmiştir [15]. Bu sonuçlar çalışmamızın sonuçları ile uyumludur.

Fisher ve ark. [216] fotosensitivite ile indüklenen nöbetin, video oyunları ile provoke edilebileceğini ortaya koymuştur. Yazarlar nöbet ihtimalini azaltmak için kişilerin televizyon ekranına en az 8 feet (2,44 metre) uzaklıkta olacak şekilde oturmaları ve bulunulan odanın iyi aydınlatılmış olmasının gerekliliği üzerinde durmuştur. Bir başka çalışmada oyun sırasında oluşabilecek nöbet ihtimalini azaltmak için, Wii™ ile yapılan oyun seansları sırasında ışıklar açık bırakılmış ve hastalar televizyon ekranına ≥ 6 feet (1,83 metre) uzaklıkta olacak şekilde oturtulmuşlardır. Çalışmada hiçbir hastada nöbet gelişmediği belirtilmiştir [15]. Çalışmamızda benzer şekilde, oyun seansları iyi aydınlatılmış bir odada yapılmıştır ve hastalar televizyon ekranına 2,25-2,75 metre mesafede oturtulmuşlardır. Hiçbir hastada nöbet olmamıştır.

Literatürde video oyunlarının tekrarlayan harekete bağlı tendinit gelişme riski ile ilişkili olabileceğini belirten pek çok çalışma vardır. Video oyunları ile ilişkili olarak ortaya çıkan tendinitlere "Nintendinitis" ve "Wiiitis" gibi değişik isimler verilmiştir. "Nintendinitis" ilk olarak 1990 yılında tanımlanmıştır [217] ve özellikle çocuklarda ve bilhassa başparmak ekstansör tendonunun yoğun kullanımına bağlı olmak üzere, eğlence amaçlı geliştirilen teknolojilerin yoğun kullanımı ile ilişkili hasarlanmaların olduğu birçok olgu raporu bildirilmiştir [218-221]. Julio Bonis tarafından ise 2007 yılında, Nintendo Wii™ konsolunda "tenis" oyunu oynama sonrasında ertesi sabah sağ omuzda yoğun ağrı şikayeti oluşan ve sağ infraspinatus izole akut tendiniti saptanan 29 yaşındaki bir erkek hasta rapor edilmiştir. Yazar tarafından bu tabloya "Wiiitis" ismi verilmiştir ve oyunu bırakma ve 1 haftalık ibuprofen kullanımı ile hastanın tamamen iyileştiği belirtilmiştir [222].

Çalışmamızda 3 hastada el veya kol ağrısı gelişmesine rağmen hiçbir hastada tendinit gelişmemiştir. Hastaların ağrıları herhangi bir tedaviye ihtiyaç duymadan, 1 günden kısa sürede dinlenmekle geçmiş ve hastaların bir sonraki seanslarına katılımını engellememiştir. Çocuklarda video oyunları ile ilişkili tekrarlayıcı harekete bağlı yaralanmaların göreceli olarak sık görülmesine rağmen, çalışmamızda görülmemesi oyun konsolu özelliklerinden ve oyun oynama yoğunluğu ve hızındaki farklılıklardan kaynaklanıyor olabilir. Şöyle ki Nintendo Wii™ kişinin elinde bir

uzaktan kumanda tutmasını gerektirdiğinden dolayı, literatürde "Nintendinitis" veya "Wiiitis" olarak adlandırılan ve daha çok başparmak ekstansör tendonunun yoğun kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan durumlarla ilişkili olabilir. Buna karşılık literatürde Xbox Kinect™'e bağlı bir tendinit olgusuna rastlanılmamıştır. Bu spekülatif yorumun doğruluğunun belirlenebilmesi için 2 konsolun yan etki gelişimi açısından birebir karşılaştırıldığı çalışmalara ihtiyaç vardır. Diğer taraftan, sağlıklı çocukların oyunu daha yoğun ve daha hızlı oynamaları tendinit gelişme riskini arttırıyor olabilir. Ayrıca çalışmamızda oyunların gözetim altında oynanmış olması ve ağrı veya herhangi başka bir semptom geliştiğinde oyunun durdurularak gerekirse seansın bitirilmiş olması, belki de gelişebilecek zorlanmaları engellemiş olabilir. Diğer yandan, inmeli hastalarda Nintendo Wii™ ile SG tedavisi uygulanan çalışmalarda oyun sırasında kol veya el ağrısı şikayetleri olduğunun belirtilmesine rağmen, tendinit gelişimi gözlenmemiştir [14, 15].

Çalışmamızda Xbox Kinect™ ile hiçbir hastanın spastisitesinde artış olmamıştır. Çalışma ve kontrol grubundaki hastaların çoğunluğunda (sırasıyla %90 ve %78'inde) herhangi bir kas grubunun MAS derecesinde herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir. Bu sonuçlar daha önce Nintendo Wii™ yapılan çalışmaların [14, 19] sonuçları ile benzerdir.

Çalışmamızın sekonder sonlanım parametresi olan Microsoft Xbox Kinect™ oyun sisteminin üst ekstremite motor ve fonksiyonel iyileşme üzerine etkisi ile ilgili sonuçlara bakıldığında; Xbox Kinect™ grubunda tedavi öncesi-sonrası, etkilenen taraf BBT, WMFT fonksiyonel düzey skalası ve üst ekstremite BME sonuçlarında kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha fazla düzelme gözlenmiştir. Benzer şekilde Sin ve Lee [27], kronik inmeli hastaların rehabilitasyonunda Microsoft Xbox Kinect™ oyun sisteminin Fugl Meyer değerlendirme ölçeği ve BBT skorunda anlamlı oranda düzelme sağladığını saptamışlardır. Çalışmanın BBT sonuçları, çalışmamız sonuçları ile benzerdir. Kronik inmeli hastalarda Xbox Kinect™ oyun sisteminin etkinliğini değerlendiren bir başka çalışmada, deney grubunda hastaların omuz fleksör ve ekstansör, dirsek fleksör ve ekstansör kaslarının kuvvetlerinde ve FIM skorlarında, kontrol grubunda ise dirsek ekstansör kaslarının kuvvetlerinde ve FIM skorlarında başlangıç değerlerine göre anlamlı artış saptanmıştır. Ancak hiçbir parametrede gruplar arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır [26]. Benzer şekilde

çalışmamızda da FIM motor ve üst ekstremite fonksiyon skorları açısından gruplar arasında anlamlı bir fark saptanmamıştır. Nintendo Wii™ ile SG tedavisi uygulanan bir çalışmada WMFT süre ölçümlerinde kontrol grubuna göre anlamlı oranda daha fazla düzelme olduğu saptanmıştır [15]. Çalışmamızda ise aynı düzelme gösterilememiştir. Bu durum tedavide farklı SG oyun konsollarının kullanılmış olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Çalışmalarda sonuçları raporlarken, gözlenen değişimin klinik olarak anlamlı olup olmadığını bilmek önemlidir [223]. Gözlenen değişikliklerin gerçek ve klinik olarak anlamlı olup olmadığının belirlenmesinde, klinisyenlere yardımcı olmak için kullanılan çeşitli parametreler vardır. Klinik olarak önemli değişiklik (Clinically important difference/CID) bunlardan birisidir [224]. CID, klinik olarak anlamlı sayılan en küçük değişim miktarı olarak tanımlanır [225].

Lin ve ark. [224] tarafından yapılan çalışmada inmeli hastalarda WMFT süre skoru için CID değeri 1,5-2 saniye, WMFT fonksiyonel düzey skoru için ise 0,2-0,4 olarak belirlenmiştir. Diğer bir deyişle, inme hastalarından oluşan bir grubun ortalama WMFT süre skorundaki değişim ≥1,5-2 saniye veya ortalama WMFT fonksiyonel düzey skorundaki değişim ≥0,2-0,4 ise bu değişimin klinik olarak anlamlı bir değişim olduğu belirtilmiştir. Bu durumda bu değişimlerin sadece istatistiksel olarak değil, aynı zamanda klinik olarak da anlamlı değişiklikler olarak yorumlanacağı vurgulanmıştır. Aynı çalışmada WMFT fonksiyonel düzey skorları için belirlenen CID değerlerini geçen hasta oranının, WMFT süre skorları için belirlenen CID değerlerini geçen hasta oranından daha fazla olması nedeniyle, WMFT fonksiyonel düzey skorunun, değişimleri WMFT süre skorundan daha iyi belirlediği öne sürülmüştür [224].

Xbox Kinect™ grubunda tedavi sonrasında WMFT süre skorunda 6,44 saniyelik bir yarar sağlanmıştır ve WMFT süre skoru için belirlenen CID değeri (1,5-2 saniye) düşünüldüğünde, istatistiksel olarak anlamlı bu değişim klinik olarak da anlamlı gözükmektedir. Xbox Kinect™ grubunda tedavi sonrasında WMFT fonksiyonel düzey skorunda gözlenen 1,02'lik değişim de, bu parametre için belirlenen CID değeri düşünüldüğünde klinik olarak anlamlı gözükmektedir. WMFT fonksiyonel düzey skorlarında anlamlı derecede düzelme saptanırken, aynı durum WMFT süre skorları için saptanamamıştır. Bu durum daha önce Lin ve ark.'nın

belirttiği gibi WMFT fonksiyonel düzey skorunun, değişimleri WMFT süre skorundan daha iyi belirliyor olabileceğinden [224] kaynaklanıyor olabilir.

Xbox Kinect™ grubundaki hastaların omuz ve el bilek aktif EHA ölçümlerinde tedavi sonrasında anlamlı artış saptanmasına rağmen, gruplar arasında değişim miktarları açısından anlamlı fark bulunamamıştır. Kronik inmeli hastaların rehabilitasyonunda Microsoft Xbox Kinect™ oyun sisteminin kullanıldığı bir çalışmada; hem Xbox Kinect™ hem de kontrol grubundaki hastaların üst ekstremite aktif EHA ölçümlerinde istatistiksel olarak anlamlı gelişme saptanmıştır. Tedaviden 6 hafta sonra yapılan takip değerlendirilmesinde ise, iki grup arasında, el bileği fleksiyonu ve ekstansiyonu hariç tüm üst ekstremite aktif EHA ölçümleri açısından istatistiksel olarak anlamlı derecede farklılık olduğu saptanmıştır [27]. Bahsedilen çalışma ile çalışmamızın sonuçları arasındaki farklılıklar, örneklem küçüklüğünden ve seçilen hasta popülasyonlarının farklılığından kaynaklanmış olabilir.

Çalışmamızın bazı kısıtlılıkları vardır. Birincisi; küçük bir örneklem üzerinde yapılan pilot niteliğinde bir araştırma olmasıdır. Bu durum sonuçların genellenebilirliğini kısıtlamaktadır. Bununla birlikte yapılan post hoc güç analizinde mevcut örneklem büyüklüğünün, α=0,05 düzeyinde BBT skorlarındaki değişim miktarını (8,9 adet küp) saptamadaki gücü 0,89 olarak hesaplanmıştır. İkincisi, deney grubunun konvansiyonel tedaviye ek olarak SG tedavisi uygulanması ile, kontrol grubundan daha fazla süre rehabilitasyon tedavisi alması durumudur. Rehabilitasyonun yoğunluğu ve sıklığının, kendi başına fonksiyonel sonuçları etkileyebileceği düşünüldüğünde, bu durum, yeni tedavinin lehine olacak şekilde bir yanlılık oluşturmuş olabilir. Üçüncüsü; çalışmamızda hastaların uzun dönem takip değerlendirmeleri ile ilgili veriler bulunmadığı için, gözlenen gelişmelerin uzun dönemde devam edip etmeyeceği konusunda herhangi bir kanıya varılamamıştır. Dördüncüsü, Xbox Kinect™ sistemi ve oyunların inmeli hastalara yönelik geliştirilmiş olmamasıdır. Bu durum hem uygulanabilirlik hem de etkinlik açısından, yeni tedavinin aleyhine olacak şekilde bir yanlılık oluşturmuş olabilir.

6. SONUÇLAR

Çalışmamızda tüm hastalar tedavi sürecini tamamlamışlardır. Xbox Kinect™ grubundaki hastaların planlanan oyun sürelerini tamamlama yüzdeleri yüksek (ortalama %87,29) saptanmıştır. Hastalar büyük oranda (%80) oyun süresini yeterli bulduklarını, uzatılmasına gerek olmadığını (%90) belirtmişlerdir. Hastaların tamamı oyun sisteminin hastalığının iyileşmesine katkıda bulunduğunu ve bu tedavi yöntemini eğlenceli bulduğunu, %90'ı bu sistemin tedavi amaçlı kullanılabileceğini ve yine %90'ı bu tedavi yöntemini başka hastalara önerebileceklerini belirtmişlerdir. Hiçbir hastada ciddi yan etki gözlenmemiştir. En sık görülen yan etkinin yorgunluk (%50) olduğu saptanmıştır. Xbox Kinect™ grubunda BBT, WMFT fonksiyonel düzey skalası ve üst ekstremite BME sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı derecede düzelme saptanırken, kontrol grubunda saptanmamıştır. Özet olarak; çalışmamızın sonuçları, sanal gerçekliğe dayanan Xbox Kinect™ oyun sisteminin, yakın zamanda inme geçirmiş hastalarda uygulanabilir ve güvenilir bir yöntem olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda sistemin, konvansiyonel rehabilitasyon yöntemlerine ek olarak uygulandığında, motor ve fonksiyonel iyileşmeyi daha fazla arttığı saptanmıştır.

Genel olarak, çalışmamızın sonuçları literatürde diğer sistemler ile yapılmış çalışmaların sonuçları ile benzerdir ve bu, Xbox Kinect™'in inmeli hastaların rehabilitasyonunda kullanım potansiyelini göstermektedir. Ayrıca Xbox Kinect™ ile tedavi, rehabilitasyonun ev ortamı gibi hastane dışı ortamlara taşınması eğilimi için de uygun olabilir. İyi tasarlanmış randomize çalışmaların yokluğu, inme rehabilitasyonu araştırmaları için gerekli fonların yetersizliği ve konvansiyonel tedavinin sınırlılıkları düşünüldüğünde; Xbox Kinect™ teknolojisi göreceli olarak daha ucuz bir şekilde toplumun her alanında ulaşılabilirdir ve uzmanlaşmış kaynaklar, yardım veya özelleşmiş merkezlere başvurmayı gerektirmez.

Xbox Kinect™ oyun sisteminin rutin olarak inme rehabilitasyonu pratiğine girebilmesi için; hangi oyunların, ne kadar süre ve yoğunlukta uygulanması gerektiği gibi pekçok soruya cevap bulunması gerekmektedir. Bu amaçla daha geniş hasta popülasyonlarında yapılmış, oyunların süre ve yoğunluğunu test eden randomize kontrollü klinik çalışmalara ihtiyaç vardır. Ayrıca tedavi etkinliğinin ve hastalarda oluşan yorgunluk derecelerinin seçilen oyunların özelliklerine bağlı olup olmadığının

belirlenebilmesi için oyunların birebir karşılaştırıldıkları çalışmalara ihtiyaç vardır. İnmedeki bozukluklara yönelik olarak özel tasarlanmış oyunların geliştirilmesi ve bunların üzerinde çalışılması, inmeli hastaların ihtiyaçlarına göre motor ve fonksiyonel iyileşmeyi indükleyerek tedavi etkinliğini arttırabileceğinden, üzerinde durulması gereken önemli konulardır. İleride geniş örneklemler üzerinde yapılacak randomize kontrollü klinik çalışmalar sonucunda, Xbox Kinect™ SG tedavisi için süre ve içeriği standardize edilmiş protokoller oluşturmak mümkün olabilecektir.

ÖZET

Subakut İnmeli Hastaların Rehabilitasyonunda Xbox Kinect™ Oyun Sisteminin Uygulanabilirliği, Güvenilirliği ve Etkinliği: Tek Kör Randomize Kontrollü Pilot Çalışma

Amaç: Subakut inmeli hastaların rehabilitasyonunda Xbox Kinect™ oyun sisteminin uygulanabilirliği, güvenilirliği ve üst ekstremite motor ve fonksiyonel iyileşme üzerine etkisini araştırmak.

Gereç-Yöntem: Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Cebeci Araştırma ve Uygulama Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Kliniği'ne rehabilitasyon amacı ile yatırılan 20 subakut inmeli hasta randomize şekilde, çalışma ve kontrol grubu olmak üzere 2 gruba ayrıldı. Çalışma grubu 20 seans konvansiyonel tedaviye ek olarak 20 seans (60 dakika/seans) Xbox Kinect™ tedavisi, kontrol grubu ise sadece 20 seans konvansiyonel tedavi aldı. Çalışmanın primer sonlanım parametreleri uygulanabilirlik ve güvenilirlik idi. Uygulanabilirlik için oyun oynama süresi, Modifiye Borg Skalası (Borg CR10), hasta geri bildirim anketi; güvenilirlik için ise yan etki ortaya çıkan hasta oranı ve Borg CR10 kullanıldı. Sekonder sonlanım parametresi olan tedavi etkinliği için, hastalara tedavi öncesinde ve tedavi bitiminde Kutu ve Küp Testi (BBT), Wolf Motor Fonksiyon Testi (WMFT), Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (FIM), Brunnstrom Motor Evrelemesi (BME), Modifiye Ashworth Skalası (MAS) ve üst ekstremite eklemlerinin pasif/aktif eklem hareket açıklığı (EHA) ölçümü değerlendirmeleri yapıldı.

Bulgular: Hastaların tamamı tedaviyi tamamladı. Xbox Kinect™ grubunda ortanca toplam oyun oynama süresi 1158 dakika idi ve bu değer planlanan oyun süresinin %96'sı idi. Hiçbir hastada ciddi bir yan etki gözlenmedi. En sık görülen yan etki yorgunluk idi (%50). Hastaların ortalama Borg CR10 skoru 7,80 idi. Xbox Kinect™ grubunda BBT, WMFT fonksiyonel düzey skalası ve üst ekstremite BME değerlerinde kontrol grubuna göre anlamlı derecede daha fazla düzelme saptandı. WMFT süre ölçümleri, FIM motor fonksiyon skorları ve FIM üst ekstremite fonksiyon skorlarındaki değişim açısından iki grup arasında farklılık saptanmadı.

Sonuç: Xbox Kinect™ sisteminin, subakut inmeli hastaların rehabilitasyonunda uygulanabilir, güvenilir ve potansiyel olarak etkili bir yöntem olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sistemin inme rehabilitasyonundaki etkinliğinin doğrulanması için daha geniş örneklemlerde randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar sözcükler: İnme, oyun konsolu, rehabilitasyon, sanal gerçeklik, Xbox Kinect™

SUMMARY

Feasibility, Safety and Efficacy of Xbox Kinect™ Game System in Rehabilitation of Subacute Stroke Patients: A Single Blind Randomized Controlled Pilot Study

Objective: To evaluate feasibility and safety of the Xbox Kinect™ game system in rehabilitation of subacute stroke patients as well as its efficacy on upper extremity motor and functional recovery.

Material-Method: 20 subacute stroke patients who were hospitalized for rehabilitation at Ankara University Faculty of Medicine, Cebeci Research and Application Hospital, Physical Medicine and Rehabilitation Clinic, were randomly allocated to 2 groups - experimental or control groups. The experimental group received 20 sessions (60 minutes/session) of Xbox Kinect™ treatment in addition to 20 sessions of conventional therapy whereas the control group received 20 sessions of conventional therapy only. The primary outcome parameters of the study were feasibility and safety. Game playing time, Modified Borg Scale (Borg CR10) and patient feedback survey were used for evaluating feasibility while the proportion of patients experiencing adverse events and Borg CR10 were used for evaluating safety. Before and after the treatment, patients were assessed with Box and Block Test (BBT), Wolf Motor Function Test (WMFT), Functional Independence Measure (FIM), Brunnstrom Motor Stages (BMS), Modified Ashworth Scale (MAS) and passive/active range of motion (ROM) measurements of upper extremity joints for determining treatment efficacy, which was the secondary outcome parameter of the study.

Results: All patients had completed the treatment. The median total game playing time was 1158 minutes in Xbox Kinect™ group and this value was 96% of the planned game playing time. No serious adverse event was observed in any patient. The most common adverse event was fatigue (50%). The mean Borg CR10 score of the patients was 7,80. The Xbox Kinect™ group showed significantly more improvements in BBT, WMFT functional ability scale and upper extremity BMS values compared the control group. There was no difference in the groups with respect to the changes in the WMFT time measures, FIM motor function scores and FIM upper extremity function scores.

Conclusion: We concluded that the Xbox Kinect™ system is a feasible, safe and potentially effective method for rehabilitation of subacute stroke patients. In order to confirm the effectiveness of this system in stroke rehabilitation, randomized controlled trials with large samples are needed.

Key Words: Stroke, game console, rehabilitation, virtual reality, Xbox Kinect™

KAYNAKLAR

1. Hatano, S., *Experience from a multicentre stroke register: a preliminary report.* Bull World Health Organ, 1976. 54(5): p. 541-53.
2. *Global status report on noncommunicable disaeses 2010*: Geneva, World Health Organization, 2011.
3. *World Health Organization. The global burden of disease: 2004 update. http://www.who.int/healthinfo/global˙burden˙disease/2004˙report˙update/en/index.html.*
4. Langhorne, P., F. Coupar, and A. Pollock, *Motor recovery after stroke: a systematic review.* Lancet Neurol, 2009. 8(8): p. 741-54.
5. Barreca, S., et al., *Treatment interventions for the paretic upper limb of stroke survivors: a critical review.* Neurorehabil Neural Repair, 2003. 17(4): p. 220-6.
6. Wolf, S.L., et al., *Effect of constraint-induced movement therapy on upper extremity function 3 to 9 months after stroke: the EXCITE randomized clinical trial.* JAMA, 2006. 296(17): p. 2095-104.
7. Lange, B., et al., *Development and evaluation of low cost game-based balance rehabilitation tool using the Microsoft Kinect sensor.* Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2011. 2011: p. 1831-4.
8. Laver, K.E., et al., *Virtual reality for stroke rehabilitation.* Cochrane Database Syst Rev, 2011(9): p. CD008349.
9. Henderson, A., N. Korner-Bitensky, and M. Levin, *Virtual reality in stroke rehabilitation: a systematic review of its effectiveness for upper limb motor recovery.* Top Stroke Rehabil, 2007. 14(2): p. 52-61.
10. Crosbie, J.H., et al., *Virtual reality in stroke rehabilitation: still more virtual than real.* Disabil Rehabil, 2007. 29(14): p. 1139-46; discussion 1147-52.
11. Lucca, L.F., *Virtual reality and motor rehabilitation of the upper limb after stroke: a generation of progress?* J Rehabil Med, 2009. 41(12): p. 1003-100.
12. Pietrzak, E., C. Cotea, and S. Pullman, *Using commercial video games for upper limb stroke rehabilitation: is this the way of the future?* Top Stroke Rehabil, 2014. 21(2): p. 152-62.
13. Thomson, K., et al., *Commercial gaming devices for stroke upper limb rehabilitation: A systematic review.* Int J Stroke, 2014. 9(4): p. 479-88.
14. Yong Joo, L., et al., *A feasibility study using interactive commercial off-the-shelf computer gaming in upper limb rehabilitation in patients after stroke.* J Rehabil Med, 2010. 42(5): p. 437-41.
15. Saposnik, G., et al., *Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in stroke rehabilitation: a pilot randomized clinical trial and proof of principle.* Stroke, 2010. 41(7): p. 1477-84.
16. Rand, D., R. Kizony, and P.T. Weiss, *The Sony PlayStation II EyeToy: low-cost virtual reality for use in rehabilitation.* J Neurol Phys Ther, 2008. 32(4): p. 155-63.
17. Saposnik, G., et al., *Effectiveness of Virtual Reality Exercises in STroke Rehabilitation (EVREST): rationale, design, and protocol of a pilot randomized clinical trial assessing the Wii gaming system.* Int J Stroke, 2010. 5(1): p. 47-51.

18. Deutsch, J.E., et al., *Nintendo wii sports and wii fit game analysis, validation, and application to stroke rehabilitation.* Top Stroke Rehabil, 2011. 18(6): p. 701-19.
19. Mouawad, M.R., et al., *Wii-based movement therapy to promote improved upper extremity function post-stroke: a pilot study.* J Rehabil Med, 2011. 43(6): p. 527-33.
20. Neil, A., et al., *Sony PlayStation EyeToy elicits higher levels of movement than the Nintendo Wii: implications for stroke rehabilitation.* Eur J Phys Rehabil Med, 2013. 49(1): p. 13-21.
21. Flynn, S., P. Palma, and A. Bender, *Feasibility of using the Sony PlayStation 2 gaming platform for an individual poststroke: a case report.* J Neurol Phys Ther, 2007. 31(4): p. 180-9.
22. Pastor, I., H.A. Hayes, and S.J. Bamberg, *A feasibility study of an upper limb rehabilitation system using Kinect and computer games.* Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2012. 2012: p. 1286-9.
23. Ibarra Zannatha, J.M., et al., *Development of a system based on 3D vision, interactive virtual environments, ergonometric signals and a humanoid for stroke rehabilitation.* Comput Methods Programs Biomed, 2013. 112(2): p. 239-49.
24. Metcalf, C.D., et al., *Markerless motion capture and measurement of hand kinematics: validation and application to home-based upper limb rehabilitation.* IEEE Trans Biomed Eng, 2013. 60(8): p. 2184-92.
25. Borghese, N.A., et al., *Computational Intelligence and Game Design for Effective At-Home Stroke Rehabilitation.* Games Health J, 2013. 2(2): p. 81-88.
26. Lee, G., *Effects of training using video games on the muscle strength, muscle tone, and activities of daily living of chronic stroke patients.* J Phys Ther Sci, 2013. 25(5): p. 595-7.
27. Sin, H. and G. Lee, *Additional virtual reality training using Xbox Kinect in stroke survivors with hemiplegia.* Am J Phys Med Rehabil, 2013. 92(10): p. 871-80.
28. Aho, K., et al., *Cerebrovascular disease in the community: results of a WHO collaborative study.* Bull World Health Organ, 1980. 58(1): p. 113-30.
29. Sacco, R.L., et al., *An updated definition of stroke for the 21st century: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association.* Stroke, 2013. 44(7): p. 2064-89.
30. Go, A.S., et al., *Heart disease and stroke statistics--2014 update: a report from the American Heart Association.* Circulation, 2014. 129(3): p. e28-e292.
31. Ovbiagele, B., et al., *Forecasting the future of stroke in the United States: a policy statement from the American Heart Association and American Stroke Association.* Stroke, 2013. 44(8): p. 2361-75.
32. *T.C. Sağlık Bakanlığı, Temel Sağlık Hizmetleri Genel Müdürlüğü*: Ankara, Yayın No:812, 2010.
33. *Global atlas on cardiovascular disease prevention and control*: Geneva, World Health Organization, 2011.
34. *Global status report on noncommunicable diseases 2010. Description of the global burden of NCDs, their risk factors and determinants. World Health Organization*. April 2011.

35. Murphy SL, X.J., Kochanek KD, *Deaths: final data for 2010*, in *National Vital Statistics Report*. 2013, National Center for Health Statistics: Hyattsville, MD.
36. *The state of US health, 1990-2010: burden of diseases, injuries, and risk factors.* JAMA, 2013. 310(6): p. 591-608.
37. Buntin, M.B., et al., *Medicare spending and outcomes after postacute care for stroke and hip fracture.* Med Care, 2010. 48(9): p. 776-84.
38. Buntin, M.B., et al., *How much is postacute care use affected by its availability?* Health Serv Res, 2005. 40(2): p. 413-34.
39. Kelly-Hayes, M., et al., *The influence of gender and age on disability following ischemic stroke: the Framingham study.* J Stroke Cerebrovasc Dis, 2003. 12(3): p. 119-26.
40. *Outpatient rehabilitation among stroke survivors--21 States and the District of Columbia, 2005.* MMWR Morb Mortal Wkly Rep, 2007. 56(20): p. 504-7.
41. Whitson, H.E., et al., *Chronic medical conditions and the sex-based disparity in disability: the Cardiovascular Health Study.* J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2010. 65(12): p. 1325-31.
42. Gargano, J.W. and M.J. Reeves, *Sex differences in stroke recovery and stroke-specific quality of life: results from a statewide stroke registry.* Stroke, 2007. 38(9): p. 2541-8.
43. Taylor, T.N., et al., *Lifetime cost of stroke in the United States.* Stroke, 1996. 27(9): p. 1459-66.
44. Godwin, K.M., J. Wasserman, and S.K. Ostwald, *Cost associated with stroke: outpatient rehabilitative services and medication.* Top Stroke Rehabil, 2011. 18 Suppl 1: p. 676-84.
45. *Neurological disorders; a public health approach*, in *Neurological disorders : public health challenges*, World Health Organization 2006: Switzerland.
46. Wolf, P.A., et al., *Secular trends in stroke incidence and mortality. The Framingham Study.* Stroke, 1992. 23(11): p. 1551-5.
47. Seshadri, S., et al., *The lifetime risk of stroke: estimates from the Framingham Study.* Stroke, 2006. 37(2): p. 345-50.
48. Petrea, R.E., et al., *Gender differences in stroke incidence and poststroke disability in the Framingham heart study.* Stroke, 2009. 40(4): p. 1032-7.
49. Lofmark, U. and A. Hammarstrom, *Evidence for age-dependent education-related differences in men and women with first-ever stroke. Results from a community-based incidence study in northern Sweden.* Neuroepidemiology, 2007. 28(3): p. 135-41.
50. Rothwell, P.M., et al., *Population-based study of event-rate, incidence, case fatality, and mortality for all acute vascular events in all arterial territories (Oxford Vascular Study).* Lancet, 2005. 366(9499): p. 1773-83.
51. Hollander, M., et al., *Incidence, risk, and case fatality of first ever stroke in the elderly population. The Rotterdam Study.* J Neurol Neurosurg Psychiatry, 2003. 74(3): p. 317-21.
52. Vega, T., et al., *Stroke in Spain: epidemiologic incidence and patterns; a health sentinel network study.* J Stroke Cerebrovasc Dis, 2009. 18(1): p. 11-6.
53. Sealy-Jefferson, S., et al., *Age- and ethnic-specific sex differences in stroke risk.* Gend Med, 2012. 9(2): p. 121-8.

54. Lewsey, J.D., et al., *Sex differences in incidence, mortality, and survival in individuals with stroke in Scotland, 1986 to 2005.* Stroke, 2009. 40(4): p. 1038-43.
55. Howard, V.J., et al., *Disparities in stroke incidence contributing to disparities in stroke mortality.* Ann Neurol, 2011. 69(4): p. 619-27.
56. Seshadri, S., et al., *Parental occurrence of stroke and risk of stroke in their children: the Framingham study.* Circulation, 2010. 121(11): p. 1304-12.
57. Lisabeth, L.D., et al., *Age at natural menopause and risk of ischemic stroke: the Framingham heart study.* Stroke, 2009. 40(4): p. 1044-9.
58. Hu, F.B., et al., *Age at natural menopause and risk of cardiovascular disease.* Arch Intern Med, 1999. 159(10): p. 1061-6.
59. Howard, G., et al., *Racial differences in the impact of elevated systolic blood pressure on stroke risk.* JAMA Intern Med, 2013. 173(1): p. 46-51.
60. Wolf, P.A., R.D. Abbott, and W.B. Kannel, *Atrial fibrillation as an independent risk factor for stroke: the Framingham Study.* Stroke, 1991. 22(8): p. 983-8.
61. Wang, T.J., et al., *A risk score for predicting stroke or death in individuals with new-onset atrial fibrillation in the community: the Framingham Heart Study.* JAMA, 2003. 290(8): p. 1049-56.
62. Kurth, T., et al., *Lipid levels and the risk of ischemic stroke in women.* Neurology, 2007. 68(8): p. 556-62.
63. *Blood pressure, cholesterol, and stroke in eastern Asia. Eastern Stroke and Coronary Heart Disease Collaborative Research Group.* Lancet, 1998. 352(9143): p. 1801-7.
64. Tirschwell, D.L., et al., *Association of cholesterol with stroke risk varies in stroke subtypes and patient subgroups.* Neurology, 2004. 63(10): p. 1868-75.
65. *Cholesterol, diastolic blood pressure, and stroke: 13,000 strokes in 450,000 people in 45 prospective cohorts. Prospective studies collaboration.* Lancet, 1995. 346(8991-8992): p. 1647-53.
66. Amarenco, P., J. Labreuche, and P.J. Touboul, *High-density lipoprotein-cholesterol and risk of stroke and carotid atherosclerosis: a systematic review.* Atherosclerosis, 2008. 196(2): p. 489-96.
67. Zhang, Y., et al., *Total and high-density lipoprotein cholesterol and stroke risk.* Stroke, 2012. 43(7): p. 1768-74.
68. Curb, J.D., et al., *High density lipoprotein cholesterol and the risk of stroke in elderly men: the Honolulu heart program.* Am J Epidemiol, 2004. 160(2): p. 150-7.
69. Huxley, R.R., et al., *Isolated low levels of high-density lipoprotein cholesterol are associated with an increased risk of coronary heart disease: an individual participant data meta-analysis of 23 studies in the Asia-Pacific region.* Circulation, 2011. 124(19): p. 2056-64.
70. Varbo, A., et al., *Nonfasting triglycerides, cholesterol, and ischemic stroke in the general population.* Ann Neurol, 2011. 69(4): p. 628-34.
71. Goldstein, L.B., et al., *Guidelines for the primary prevention of stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association.* Stroke, 2011. 42(2): p. 517-84.
72. Shah, R.S. and J.W. Cole, *Smoking and stroke: the more you smoke the more you stroke.* Expert Rev Cardiovasc Ther, 2010. 8(7): p. 917-32.

73. Willey, J.Z., et al., *Physical activity and risk of ischemic stroke in the Northern Manhattan Study.* Neurology, 2009. 73(21): p. 1774-9.
74. Estruch, R., et al., *Primary prevention of cardiovascular disease with a Mediterranean diet.* N Engl J Med, 2013. 368(14): p. 1279-90.
75. Chowdhury, R., et al., *Association between fish consumption, long chain omega 3 fatty acids, and risk of cerebrovascular disease: systematic review and meta-analysis.* BMJ, 2012. 345: p. e6698.
76. Larsson, S.C., J. Virtamo, and A. Wolk, *Total and specific fruit and vegetable consumption and risk of stroke: a prospective study.* Atherosclerosis, 2013. 227(1): p. 147-52.
77. Manolio, T.A., et al., *Short-term predictors of incident stroke in older adults. The Cardiovascular Health Study.* Stroke, 1996. 27(9): p. 1479-86.
78. Muntner, P., et al., *Incidence of stroke symptoms among adults with chronic kidney disease: results from the REasons for Geographic And Racial Differences in Stroke (REGARDS) study.* Nephrol Dial Transplant, 2012. 27(1): p. 166-73.
79. Lee, M., et al., *Low glomerular filtration rate and risk of stroke: meta-analysis.* BMJ, 2010. 341: p. c4249.
80. Rossouw, J.E., et al., *Risks and benefits of estrogen plus progestin in healthy postmenopausal women: principal results From the Women's Health Initiative randomized controlled trial.* JAMA, 2002. 288(3): p. 321-33.
81. Redline, S., et al., *Obstructive sleep apnea-hypopnea and incident stroke: the sleep heart health study.* Am J Respir Crit Care Med, 2010. 182(2): p. 269-77.
82. Dobkin, B.H., *Strategies for stroke rehabilitation.* Lancet Neurol, 2004. 3(9): p. 528-36.
83. Patel, A.T., et al., *The relation between impairments and functional outcomes poststroke.* Arch Phys Med Rehabil, 2000. 81(10): p. 1357-63.
84. Jorgensen, H.S., et al., *Outcome and time course of recovery in stroke. Part II: Time course of recovery. The Copenhagen Stroke Study.* Arch Phys Med Rehabil, 1995. 76(5): p. 406-12.
85. Nichols-Larsen, D.S., et al., *Factors influencing stroke survivors' quality of life during subacute recovery.* Stroke, 2005. 36(7): p. 1480-4.
86. Jorgensen, H.S., et al., *Recovery of walking function in stroke patients: the Copenhagen Stroke Study.* Arch Phys Med Rehabil, 1995. 76(1): p. 27-32.
87. *International classification of functioning, disability and health*. 2001, World Health Organization: Geneva.
88. Levin, M.F., J.A. Kleim, and S.L. Wolf, *What do motor "recovery" and "compensation" mean in patients following stroke?* Neurorehabil Neural Repair, 2009. 23(4): p. 313-9.
89. Ward, N.S., *Mechanisms underlying recovery of motor function after stroke.* Postgrad Med J, 2005. 81(958): p. 510-4.
90. Jang, S.H., *The role of the corticospinal tract in motor recovery in patients with a stroke: a review.* NeuroRehabilitation, 2009. 24(3): p. 285-90.
91. Reis, J., et al., *Contribution of transcranial magnetic stimulation to the understanding of cortical mechanisms involved in motor control.* J Physiol, 2008. 586(2): p. 325-51.

92. Buccino, G., A. Solodkin, and S.L. Small, *Functions of the mirror neuron system: implications for neurorehabilitation.* Cogn Behav Neurol, 2006. 19(1): p. 55-63.
93. Rizzolatti, G. and M. Fabbri-Destro, *The mirror system and its role in social cognition.* Curr Opin Neurobiol, 2008. 18(2): p. 179-84.
94. Celnik, P., et al., *Effects of action observation on physical training after stroke.* Stroke, 2008. 39(6): p. 1814-20.
95. *Intercollegiate Stroke Working Party. National clinical guideline for stroke*: 4th edition. London: Royal College of Physicians, 2012.
96. Nakayama, H., et al., *Recovery of upper extremity function in stroke patients: the Copenhagen Stroke Study.* Arch Phys Med Rehabil, 1994. 75(4): p. 394-8.
97. Kwakkel, G., et al., *Probability of regaining dexterity in the flaccid upper limb: impact of severity of paresis and time since onset in acute stroke.* Stroke, 2003. 34(9): p. 2181-6.
98. Coupar, F., et al., *Predictors of upper limb recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis.* Clin Rehabil, 2012. 26(4): p. 291-313.
99. Richard D. Zorowitz, E.B., and Sara J.Cuccurullo, *Stroke*, in *Physical medicine and rehabilitation board review*, S.J. Cuccurullo, Editor. 2010, Demos Medical Publishing: New York.
100. Harris, J.E. and J.J. Eng, *Strength training improves upper-limb function in individuals with stroke: a meta-analysis.* Stroke, 2010. 41(1): p. 136-40.
101. Richard L. Harvey, E.J.R., David T. Yu, and Pablo Celnik, *Stroke Syndromes*, in *Physical Medicine and Rehabilitation*, R.L. Braddom, Editor. 2011, Elsevier Saunders: Philadelphia.
102. Kollen, B.J., et al., *The effectiveness of the Bobath concept in stroke rehabilitation: what is the evidence?* Stroke, 2009. 40(4): p. e89-97.
103. Shi, Y.X., et al., *Modified constraint-induced movement therapy versus traditional rehabilitation in patients with upper-extremity dysfunction after stroke: a systematic review and meta-analysis.* Arch Phys Med Rehabil, 2011. 92(6): p. 972-82.
104. McIntyre, A., et al., *Systematic review and meta-analysis of constraint-induced movement therapy in the hemiparetic upper extremity more than six months post stroke.* Top Stroke Rehabil, 2012. 19(6): p. 499-513.
105. Page, S.J., et al., *Stroke patients' and therapists' opinions of constraint-induced movement therapy.* Clin Rehabil, 2002. 16(1): p. 55-60.
106. Page, S.J., et al., *Modified constraint-induced therapy in subacute stroke: a case report.* Arch Phys Med Rehabil, 2002. 83(2): p. 286-90.
107. Yu, D.T., et al., *Intramuscular neuromuscular electric stimulation for poststroke shoulder pain: a multicenter randomized clinical trial.* Arch Phys Med Rehabil, 2004. 85(5): p. 695-704.
108. Rosewilliam, S., et al., *Can surface neuromuscular electrical stimulation of the wrist and hand combined with routine therapy facilitate recovery of arm function in patients with stroke?* Arch Phys Med Rehabil, 2012. 93(10): p. 1715-21 e1.
109. Woodford, H. and C. Price, *EMG biofeedback for the recovery of motor function after stroke.* Cochrane Database Syst Rev, 2007(2): p. CD004585.
110. Thieme, H., et al., *Mirror therapy for improving motor function after stroke.* Cochrane Database Syst Rev, 2012. 3: p. CD008449.

111. van Delden, A.E., et al., *Unilateral versus bilateral upper limb exercise therapy after stroke: a systematic review.* J Rehabil Med, 2012. 44(2): p. 106-17.
112. Cauraugh, J.H., et al., *Bilateral movement training and stroke motor recovery progress: a structured review and meta-analysis.* Hum Mov Sci, 2010. 29(5): p. 853-70.
113. Coupar, F., et al., *Simultaneous bilateral training for improving arm function after stroke.* Cochrane Database Syst Rev, 2010(4): p. CD006432.
114. Barclay-Goddard, R.E., et al., *Mental practice for treating upper extremity deficits in individuals with hemiparesis after stroke.* Cochrane Database Syst Rev, 2011(5): p. CD005950.
115. Batson, G., *Motor Imagery for Stroke Rehabilitation: Current Research as a Guide to Clinical Practice.* Alternative and Complementary Therapies, April 2004. 10(2): p. 84-89.
116. Cicinelli, P., et al., *Interhemispheric asymmetries of motor cortex excitability in the postacute stroke stage: a paired-pulse transcranial magnetic stimulation study.* Stroke, 2003. 34(11): p. 2653-8.
117. Manganotti, P., et al., *Motor disinhibition in affected and unaffected hemisphere in the early period of recovery after stroke.* Clin Neurophysiol, 2002. 113(6): p. 936-43.
118. Murase, N., et al., *Influence of interhemispheric interactions on motor function in chronic stroke.* Ann Neurol, 2004. 55(3): p. 400-9.
119. Traversa, R., et al., *Follow-up of interhemispheric differences of motor evoked potentials from the 'affected' and 'unaffected' hemispheres in human stroke.* Brain Res, 1998. 803(1-2): p. 1-8.
120. Hsu, W.Y., et al., *Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on motor functions in patients with stroke: a meta-analysis.* Stroke, 2012. 43(7): p. 1849-57.
121. Butler, A.J., et al., *A meta-analysis of the efficacy of anodal transcranial direct current stimulation for upper limb motor recovery in stroke survivors.* J Hand Ther, 2013. 26(2): p. 162-70; quiz 171.
122. Kong, J.C., et al., *Acupuncture for functional recovery after stroke: a systematic review of sham-controlled randomized clinical trials.* CMAJ, 2010. 182(16): p. 1723-9.
123. Mehrholz, J., et al., *Electromechanical and robot-assisted arm training for improving generic activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke.* Cochrane Database Syst Rev, 2012. 6: p. CD006876.
124. Johansson, T. and C. Wild, *Telerehabilitation in stroke care--a systematic review.* J Telemed Telecare, 2011. 17(1): p. 1-6.
125. Jutai, J.W. and R.W. Teasell, *The necessity and limitations of evidence-based practice in stroke rehabilitation.* Top Stroke Rehabil, 2003. 10(1): p. 71-8.
126. Teasell, R., et al., *Stroke rehabilitation: an international perspective.* Top Stroke Rehabil, 2009. 16(1): p. 44-56.
127. Gargin K, P.L., *Wii-HAB: using the Wii video game system as an occupational therapy intervention with patients in the hospital setting*, in *Health Policy Newsletter*. March 2010.

128. Lange BS, F.S., Rizzo AA., *Initial usability assessment of off the-shelf video game consoles for clinical game-based motor rehabilitation.* Physical Therapy Reviews, 2009. 14(5): p. 355-363.
129. Larsen, C.R., et al., *Effect of virtual reality training on laparoscopic surgery: randomised controlled trial.* BMJ, 2009. 338: p. b1802.
130. Burdea, G.C., *Virtual rehabilitation--benefits and challenges.* Methods Inf Med, 2003. 42(5): p. 519-23.
131. Greenleaf, W.J. and M.A. Tovar, *Augmenting reality in rehabilitation medicine.* Artif Intell Med, 1994. 6(4): p. 289-99.
132. Schuemie, M.J., et al., *Research on presence in virtual reality: a survey.* Cyberpsychol Behav, 2001. 4(2): p. 183-201.
133. Deutsch, J.E., *Using virtual reality to improve walking post-stroke: translation to individuals with diabetes.* J Diabetes Sci Technol, 2011. 5(2): p. 309-14.
134. Rose, F.D., B.M. Brooks, and A.A. Rizzo, *Virtual reality in brain damage rehabilitation: review.* Cyberpsychol Behav, 2005. 8(3): p. 241-62; discussion 263-71.
135. Risedal, A., et al., *Environmental influences on functional outcome after a cortical infarct in the rat.* Brain Res Bull, 2002. 58(3): p. 315-21.
136. Kwakkel, G., et al., *Effects of intensity of rehabilitation after stroke. A research synthesis.* Stroke, 1997. 28(8): p. 1550-6.
137. Luft, A.R., et al., *Repetitive bilateral arm training and motor cortex activation in chronic stroke: a randomized controlled trial.* JAMA, 2004. 292(15): p. 1853-61.
138. Celnik, P., et al., *Encoding a motor memory in the older adult by action observation.* Neuroimage, 2006. 29(2): p. 677-84.
139. Nudo, R.J., et al., *Neural substrates for the effects of rehabilitative training on motor recovery after ischemic infarct.* Science, 1996. 272(5269): p. 1791-4.
140. Dean, C.M. and R.B. Shepherd, *Task-related training improves performance of seated reaching tasks after stroke. A randomized controlled trial.* Stroke, 1997. 28(4): p. 722-8.
141. Bryanton, C., et al., *Feasibility, motivation, and selective motor control: virtual reality compared to conventional home exercise in children with cerebral palsy.* Cyberpsychol Behav, 2006. 9(2): p. 123-8.
142. Thornton, M., et al., *Benefits of activity and virtual reality based balance exercise programmes for adults with traumatic brain injury: perceptions of participants and their caregivers.* Brain Inj, 2005. 19(12): p. 989-1000.
143. Sveistrup, H., *Motor rehabilitation using virtual reality.* J Neuroeng Rehabil, 2004. 1(1): p. 10.
144. Holden, M.K., *Virtual environments for motor rehabilitation: review.* Cyberpsychol Behav, 2005. 8(3): p. 187-211; discussion 212-9.
145. C. Schönauer, T.P., H. Kaufmann, S.Jansen-Kosterinik, and M. Vollenbroek-Hutten *Chronic pain rehabilitation with a serious game using multimodal input*, in *International Conference on Virtual Reality (ICVR)*. 2011. p. 1-8.
146. Duff, M., et al., *An adaptive mixed reality training system for stroke rehabilitation.* IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng, 2010. 18(5): p. 531-41.

147. Deutsch J. E., P.C., Vecchione C., Mirelman A., Lewis J. A., Boian R., Burdea G., *Improved gait and elevation speed in individuals post-stroke after lower extremity training in virtual environment.* Journal of Neurologic Physical Therapy, 2004. 28(4): p. 185-186.
148. Jaffe, D.L., et al., *Stepping over obstacles to improve walking in individuals with poststroke hemiplegia.* J Rehabil Res Dev, 2004. 41(3A): p. 283-92.
149. Jack, D., et al., *Virtual reality-enhanced stroke rehabilitation.* IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng, 2001. 9(3): p. 308-18.
150. Deutsch, J.E., et al., *Use of a low-cost, commercially available gaming console (Wii) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy.* Phys Ther, 2008. 88(10): p. 1196-207.
151. Lange, B., et al., *Development of an interactive game-based rehabilitation tool for dynamic balance training.* Top Stroke Rehabil, 2010. 17(5): p. 345-52.
152. Bower, K.J., et al., *Clinical feasibility of the Nintendo Wii for balance training post-stroke: a phase II randomized controlled trial in an inpatient setting.* Clin Rehabil, 2014.
153. Peters, D.M., et al., *Counting repetitions: an observational study of video game play in people with chronic poststroke hemiparesis.* J Neurol Phys Ther, 2013. 37(3): p. 105-11.
154. Hurkmans, H.L., et al., *Energy expenditure in chronic stroke patients playing Wii Sports: a pilot study.* J Neuroeng Rehabil, 2011. 8: p. 38.
155. Yavuzer, G., et al., *''Playstation eyetoy games'' improve upper extremity-related motor functioning in subacute stroke: a randomized controlled clinical trial.* Eur J Phys Rehabil Med, 2008. 44(3): p. 237-44.
156. J.W. Burke, M.D.J.M., D.K. Charles, P.J. Morrow, J.H. Crosbie, and S.M. McDonough, *Augmented Reality Games for Upper-Limb Stroke Rehabilitation*, in *2010 Second International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications (VS-GAMES)*. 2010. p. 75-78.
157. J. W. Burke, M.D.J.M., D. K. Charles, P. J. Morrow, J. H. Crosbie, and S. M. McDonough, *Serious Games for Upper Limb Rehabilitation Following Stroke*, in *Conference in Games and Virtual Worlds for Serious Applications, 2009. VS-GAMES '09*. 2009. p. 103-110.
158. J. W. Burke, P.J.M., M. D. J. McNeill, S. M. McDonough, and D. K. Charles, *Vision Based Games for Upper-Limb Stroke Rehabilitation*, in *International Machine Vision and Image Processing Conference, 2008. IMVIP '08*. 2008. p. 159-164.
159. Burdea, G.C., et al., *The Rutgers Arm II rehabilitation system--a feasibility study.* IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng, 2010. 18(5): p. 505-14.
160. Hors-Fraile, S., et al., *Evaluation of sensors for inputting data in exergames for the elderly.* Stud Health Technol Inform, 2013. 192: p. 935.
161. R. Z. L. Hu, A.H., J. Tung, A. Fakih, J. Hoey, and P. Poupart, *3D Pose tracking of walker users' lower limb with a structured-light camera on a moving platform*, in *2011 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW)*. 2011. p. 29-36.
162. Bo, A.P., M. Hayashibe, and P. Poignet, *Joint angle estimation in rehabilitation with inertial sensors and its integration with Kinect.* Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2011. 2011: p. 3479-83.

163. Prattichizzo, V.F.a.D., *Using Kinect for hand tracking and rendering in wearable haptics*, in *2011 IEEE World Haptics Conference (WHC)*. 2011. p. 317-321.
164. Cipresso, P., et al., *A virtual reality platform for assessment and rehabilitation of neglect using a kinect.* Stud Health Technol Inform, 2014. 196: p. 66-8.
165. Meadmore, K., et al., *Electrical stimulation and iterative learning control for functional recovery in the upper limb post-stroke.* IEEE Int Conf Rehabil Robot, 2013. 2013: p. 6650359.
166. Llorens, R., et al., *Balance recovery through virtual stepping exercises using Kinect skeleton tracking: a follow-up study with chronic stroke patients.* Stud Health Technol Inform, 2012. 181: p. 108-12.
167. Venugopalan, J., et al., *Kinect-based rehabilitation system for patients with traumatic brain injury.* Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2013. 2013: p. 4625-8.
168. Paolini, G., et al., *Validation of a Method for Real Time Foot Position and Orientation Tracking With Microsoft Kinect Technology for Use in Virtual Reality and Treadmill Based Gait Training Programs.* IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng, 2013.
169. Li, Y., K.C. Ho, and M. Popescu, *Efficient source separation algorithms for acoustic fall detection using a microsoft kinect.* IEEE Trans Biomed Eng, 2014. 61(3): p. 745-55.
170. Stone, E. and M. Skubic, *Fall Detection in Homes of Older Adults Using the Microsoft Kinect.* IEEE J Biomed Health Inform, 2014.
171. Clark, R.A., et al., *Validity of the Microsoft Kinect for assessment of postural control.* Gait Posture, 2012. 36(3): p. 372-7.
172. Clark, R.A., et al., *Concurrent validity of the Microsoft Kinect for assessment of spatiotemporal gait variables.* J Biomech, 2013. 46(15): p. 2722-5.
173. Tong, J., et al., *Scanning 3D full human bodies using Kinects.* IEEE Trans Vis Comput Graph, 2012. 18(4): p. 643-50.
174. Galna, B., et al., *Retraining function in people with Parkinson's disease using the Microsoft kinect: game design and pilot testing.* J Neuroeng Rehabil, 2014. 11(1): p. 60.
175. Mentiplay, B.F., et al., *Reliability and validity of the Microsoft Kinect for evaluating static foot posture.* J Foot Ankle Res, 2013. 6(1): p. 14.
176. Parry, I., et al., *Keeping up with video game technology: Objective analysis of Xbox Kinect and PlayStation 3 Move for use in burn rehabilitation.* Burns, 2013.
177. Vernadakis, N., et al., *The effect of Xbox Kinect intervention on balance ability for previously injured young competitive male athletes: A preliminary study.* Phys Ther Sport, 2013.
178. Ortiz-Gutierrez, R., et al., *A telerehabilitation program improves postural control in multiple sclerosis patients: a spanish preliminary study.* Int J Environ Res Public Health, 2013. 10(11): p. 5697-710.
179. Mortensen, J., et al., *Women with fibromyalgia's experience with three motion-controlled video game consoles and indicators of symptom severity and performance of activities of daily living.* Disabil Rehabil Assist Technol, 2013.

180. Luna-Oliva, L., et al., *Kinect Xbox 360 as a therapeutic modality for children with cerebral palsy in a school environment: a preliminary study.* NeuroRehabilitation, 2013. 33(4): p. 513-21.
181. Holmes, H., et al., *Xbox Kinect represents high intensity exercise for adults with cystic fibrosis.* J Cyst Fibros, 2013. 12(6): p. 604-8.
182. Ilg, W., et al., *Video game-based coordinative training improves ataxia in children with degenerative ataxia.* Neurology, 2012. 79(20): p. 2056-60.
183. Leutwyler, H., et al., *Videogames to Promote Physical Activity in Older Adults with Schizophrenia.* Games Health J, 2012. 1(5): p. 381-383.
184. Mellecker, R.R. and A.M. McManus, *Active video games and physical activity recommendations: A comparison of the Gamercize Stepper, XBOX Kinect and XaviX J-Mat.* J Sci Med Sport, 2014. 17(3): p. 288-92.
185. Mills, A., et al., *The effect of exergaming on vascular function in children.* J Pediatr, 2013. 163(3): p. 806-10.
186. Smallwood, S.R., et al., *Physiologic responses and energy expenditure of kinect active video game play in schoolchildren.* Arch Pediatr Adolesc Med, 2012. 166(11): p. 1005-9.
187. O'Donovan, C., et al., *Energy expended playing Xbox Kinect and Wii games: a preliminary study comparing single and multiplayer modes.* Physiotherapy, 2012. 98(3): p. 224-9.
188. Kafri, M., et al., *Energy expenditure and exercise intensity of interactive video gaming in individuals poststroke.* Neurorehabil Neural Repair, 2014. 28(1): p. 56-65.
189. Folstein, M.F., S.E. Folstein, and P.R. McHugh, *"Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician.* J Psychiatr Res, 1975. 12(3): p. 189-98.
190. Boyd, L.A., et al., *Learning implicitly: effects of task and severity after stroke.* Neurorehabil Neural Repair, 2007. 21(5): p. 444-54.
191. Byl, N., et al., *Effectiveness of sensory and motor rehabilitation of the upper limb following the principles of neuroplasticity: patients stable poststroke.* Neurorehabil Neural Repair, 2003. 17(3): p. 176-91.
192. Housman, S.J., K.M. Scott, and D.J. Reinkensmeyer, *A randomized controlled trial of gravity-supported, computer-enhanced arm exercise for individuals with severe hemiparesis.* Neurorehabil Neural Repair, 2009. 23(5): p. 505-14.
193. Borg, G.A., *Psychophysical bases of perceived exertion.* Med Sci Sports Exerc, 1982. 14(5): p. 377-81.
194. Laur, D.J., et al., *The effects of acute stretching on hamstring muscle fatigue and perceived exertion.* J Sports Sci, 2003. 21(3): p. 163-70.
195. Pincivero, D.M., R.M. Campy, and A.J. Coelho, *Knee flexor torque and perceived exertion: a gender and reliability analysis.* Med Sci Sports Exerc, 2003. 35(10): p. 1720-6.
196. Timmons, M.K., S.M. Stevens, and D.M. Pincivero, *The effect of arm abduction angle and contraction intensity on perceived exertion.* Eur J Appl Physiol, 2009. 106(1): p. 79-86.
197. Desrosiers, J., et al., *Validation of the Box and Block Test as a measure of dexterity of elderly people: reliability, validity, and norms studies.* Arch Phys Med Rehabil, 1994. 75(7): p. 751-5.

198. Ahmed, S., et al., *The Stroke Rehabilitation Assessment of Movement (STREAM): a comparison with other measures used to evaluate effects of stroke and rehabilitation.* Phys Ther, 2003. 83(7): p. 617-30.
199. Wolf, S.L., et al., *Assessing Wolf motor function test as outcome measure for research in patients after stroke.* Stroke, 2001. 32(7): p. 1635-9.
200. Wolf, S.L., et al., *Forced use of hemiplegic upper extremities to reverse the effect of learned nonuse among chronic stroke and head-injured patients.* Exp Neurol, 1989. 104(2): p. 125-32.
201. Whitall, J., et al., *Psychometric properties of a modified Wolf Motor Function test for people with mild and moderate upper-extremity hemiparesis.* Arch Phys Med Rehabil, 2006. 87(5): p. 656-60.
202. Miltner, W.H., et al., *Effects of constraint-induced movement therapy on patients with chronic motor deficits after stroke: a replication.* Stroke, 1999. 30(3): p. 586-92.
203. Kunkel, A., et al., *Constraint-induced movement therapy for motor recovery in chronic stroke patients.* Arch Phys Med Rehabil, 1999. 80(6): p. 624-8.
204. Wolf, S.L., et al., *The EXCITE trial: attributes of the Wolf Motor Function Test in patients with subacute stroke.* Neurorehabil Neural Repair, 2005. 19(3): p. 194-205.
205. Morris, D.M., et al., *The reliability of the wolf motor function test for assessing upper extremity function after stroke.* Arch Phys Med Rehabil, 2001. 82(6): p. 750-5.
206. *http://www.midss.org/sites/default/files/wmft_template.pdf*.
207. Kucukdeveci, A.A., et al., *Adaptation of the Functional Independence Measure for use in Turkey.* Clin Rehabil, 2001. 15(3): p. 311-9.
208. Kathryn Sawner, J.L., *Brunnstrom's Movement Therapy in Hemiplegia: A Neurophysiological Approach*. 2nd ed. 1992, Philadelphia: J. B. Lippincott Company.
209. Bohannon, R.W. and M.B. Smith, *Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity.* Phys Ther, 1987. 67(2): p. 206-7.
210. Gregson, J.M., et al., *Reliability of the Tone Assessment Scale and the modified Ashworth scale as clinical tools for assessing poststroke spasticity.* Arch Phys Med Rehabil, 1999. 80(9): p. 1013-6.
211. Dobkin, B.H., *Training and exercise to drive poststroke recovery.* Nat Clin Pract Neurol, 2008. 4(2): p. 76-85.
212. Eng, J.J., et al., *Functional walk tests in individuals with stroke: relation to perceived exertion and myocardial exertion.* Stroke, 2002. 33(3): p. 756-61.
213. Garber, C.E., et al., *American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise.* Med Sci Sports Exerc, 2011. 43(7): p. 1334-59.
214. Gordon, N.F., et al., *Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: an American Heart Association scientific statement from the Council on Clinical Cardiology, Subcommittee on Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention; the Council on Cardiovascular Nursing; the Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism; and the Stroke Council.* Circulation, 2004. 109(16): p. 2031-41.

215. Celinder, D. and H. Peoples, *Stroke patients' experiences with Wii Sports(R) during inpatient rehabilitation.* Scand J Occup Ther, 2012. 19(5): p. 457-63.
216. Fisher, R.S., et al., *Photic- and pattern-induced seizures: a review for the Epilepsy Foundation of America Working Group.* Epilepsia, 2005. 46(9): p. 1426-41.
217. Brasington, R., *Nintendinitis.* N Engl J Med, 1990. 322(20): p. 1473-4.
218. Macgregor, D.M., *Nintendonitis? A case report of repetitive strain injury in a child as a result of playing computer games.* Scott Med J, 2000. 45(5): p. 150.
219. Koh, T.H., *Ulcerative "nintendinitis": a new kind of repetitive strain injury.* Med J Aust, 2000. 173(11-12): p. 671.
220. Menz, R.J., *"Texting" tendinitis.* Med J Aust, 2005. 182(6): p. 308.
221. Karim, S.A., *Playstation thumb--a new epidemic in children.* S Afr Med J, 2005. 95(6): p. 412.
222. Bonis, J., *Acute Wiiitis.* N Engl J Med, 2007. 356(23): p. 2431-2.
223. Barak, S. and P.W. Duncan, *Issues in selecting outcome measures to assess functional recovery after stroke.* NeuroRx, 2006. 3(4): p. 505-24.
224. Lin, K.C., et al., *Minimal detectable change and clinically important difference of the Wolf Motor Function Test in stroke patients.* Neurorehabil Neural Repair, 2009. 23(5): p. 429-34.
225. Beaton, D.E., M. Boers, and G.A. Wells, *Many faces of the minimal clinically important difference (MCID): a literature review and directions for future research.* Curr Opin Rheumatol, 2002. 14(2): p. 109-14.

EKLER

EK 1. MİNİ MENTAL DURUM DEĞERLENDİRME TESTİ

Adı-Soyadı: Eğitimi:

Yaşı: Cinsiyeti: Meslek.

YÖNELİM

- Yıl, ay, gün, günün adı, mevsim: ..... /5
- Ülke, şehir, bölge, hastane, servis: ..... /5

KAYIT ETME:

- Elma, masa, para ..... /3

(hasta bunları öğrenene kadar 3 kere tekrar ettirilir)

DİKKAT VE HESAPLAMA: İki test de uygulanır, yüksek olan puan skorlanır

- 100'den 7 eksilterek sayma ..... /5
  Cevap: 93, 86, 79, 72, 65 (her biri bir puan)
- "DÜNYA" tersten harf söyleme ..... /5
  Cevap: A, Y, N, U, D (her biri bir puan)

HATIRLAMA:

- Daha önce bahsedilen 3 öğenin hatırlanması istenir.
  Elma, masa, para ..... /3

DİL:

İsimlendirme: kalem ve saat gösterilerek hastanın isimlendirmesi istenir.

- Kalem, saat: ..... /2

Tekrarlama: aşağıdaki cümlenin tekrarlanması istenir.

- Eğerler, veler veya amalar yok ..... /1

Üç aşamalı bir emir verilir, her aşama 1 puan olarak skorlanır.

- Bu kâğıdı sağ elinize alın, ortadan katlatın, kucağınıza koyun ..... /3

"Gözlerini kapat" yazan kâğıt okutulur, yazanı yapması istenir.

- Burada yazanı okuyun, ne diyorsa aynen yapın ..... /1

Öznesi, yüklemi olan anlamlı bir cümle yazma:

- Anlamlı bir cümle kurup bu kâğıda yazın ..... /1

Şekil kopyalama: Kesişen iki beşgen

- Burada gördüğünüzü aynen kopyalayın ..... /1

Toplam puan: /30

EK 2. HASTA TAKİP FORMU

Ad-Soyad : _____ Tarih: _____

Yaş : _____ Protokol no:_____

Cinsiyet : _____

Medeni hali : _____

Eğitim : _____

Meslek : _____

Adres/Telefon : _____

_____

_____

Olay tarihi : _____

Yatış tarihi : _____

Çıkış tarihi : _____

Özgeçmiş :

Geçirilmiş inme öyküsü : _____

Ek hastalıklar : _____

Geçirilmiş ameliyatlar : _____

Kullandığı ilaçlar : _____

Sigara/Alkol : _____

İnme tanısının konulduğu merkez : _____

Radyolojik bulgular (BT veya MRG) : _____

Lezyon tipi :

İskemik : ☐ Hemorajik : ☐

Etkilenen vücut yarısı : _____ Dominant el : _____

FİZİK MUAYENE:

Bilinç, oryantasyon-kooperasyon :_____

Konuşma :_____

Minimental durum muayenesi :_____

Duyu muayenesi :_____

_____

Derin tendon refleksleri :_____

_____

Patolojik refleksler :_____

_____

Brunnstrom Motor Evrelemesi:

Üst ekstremite :_____

El :_____

Alt ekstremite :_____

Modifiye Ashworth Skalası:

Omuz abdüksiyonu/addüksiyonu :_____

Omuz fleksiyonu/ekstansiyonu :_____

Dirsek fleksiyonu/ekstansiyonu :_____

El bileği-el fleksiyonu/ekstansiyonu :_____

Kalça abdüksiyonu/addüksiyonu :_____

Kalça fleksiyonu/ekstansiyonu :_____

Diz fleksiyonu/ekstansiyonu :_____

Ayak bileği-ayak fleksiyonu/ekstansiyonu :_____

Oturma, Ayakta durma, Yürüme :_____

Araştırmaya dahil olma kriterleri:

1- WHO tanımına göre inme teşhisi almak ..... ☐
2- 18-80 yaş arasında olmak ..... ☐
3- İlk kez inme geçirmiş olmak ..... ☐
4- İnme sonrası ilk 9 ay içinde olmak ..... ☐
5- Brunnstrom motor evrelemesine göre üst ekstremitenin evre 3 ve üzerinde olması ..... ☐
6- İletişim becerisine sahip olmak ..... ☐
7- Kognitif olarak yeterli olmak (Minimental durum muayenesinde 24 veya üzerinde puan almak) ..... ☐
8- Basit açıklama ve talimatları anlayabilmek ve öğrenebilmek ..... ☐

Araştırmaya dahil olmama kriterleri:

1- Nöbet veya epilepsi öyküsü olmak (çocukluk çağı febril nöbetleri hariç) .... ☐
2- Etkilenen ÜE'de tekrarlayıcı egzersizleri kısıtlayacak artrit veya ağrı olması ..... ☐
3- Ciddi afazi, kognitif bozukluk veya psikiyatrik bozuklukların olması ..... ☐
4- İhmal fenomeni (neglect) tespit edilmesi ..... ☐
5- Etkilenen kolda spastisitenin MAS 3 ve üzerinde olması ..... ☐
6- Kişinin fiziksel performansını etkileyebilecek veya fiziksel zorlanmanın güvenli olmadığı durumlar (örn: stabil olmayan anjina, 3 ay içerisinde geçirilmiş MI, kontrol edilemeyen HT, akciğer hastalıkları, RA vb.) ..... ☐
7- Başka bir ilaç veya fizik tedavi çalışması katılımcısı olmak ..... ☐

ARAŞTIRMAYA DAHİL EDİLME KRİTERLERİNİ KARŞILAYAN HASTALARDA, KLİNİK DEĞERLENDİRİLMELERİN YAPILMASI AMACIYLA BİR SONRAKİ SAYFAYA GEÇİLECEKTİR. KRİTERLERİ KARŞILAMAYAN HASTALARDA FORMUN DAHA İLERİSİNE GEÇİLMEYECEKTİR.

Klinik değerlendirilmeler							
		Birim		Tedavi öncesi		Tedavi sonrası	
1	WMFT	(s)	-				
2	BBT	(küp/dk)					
3	MAS	-					
	Omuz abd./add.						
	Omuz flek./ekst.						
	Dirsek flek./ekst.						
	El bileği flek./ekst.						
	El parmak flek./ekst.						
4	FIM motor	-					
5	FIM ÜE	-					
6	EHA	(°)					
	Omuz flek. Aktif/Pasif						
	Omuz abd. Aktif/Pasif						
	Omuz int.rot.Aktif/Pasif						
	Omuz eks.rot.Aktif/Pasif						
	Dirsek fleks. Aktif/Pasif						
	Dirsek ekst. Aktif/Pasif						
	El bileği fleks. Aktif/Pasif						
	El bileği ekst. Aktif/Pasif						
	El parmak fleks. Aktif/Pasif						
	El parmak ekst. Aktif/Pasif						
7	BME	-					
	Üst Ekstremite						
	El						
	Alt Ekstremite						

WMFT : Wolf Motor Fonksiyon Testi
BBT : Kutu ve Küp Testi (Box and Block Test)
MAS : Modifiye Ashworth Skalası
FIM : Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçümü
EHA : Üst ekstremite eklemlerinde aktif/pasif eklem hareket açıklığı ölçümü
BME : Brunnstrom Motor Evrelemesi
ÜE : Üst Ekstremite

EK 3. TEDAVİ GÖZLEM FORMU

Oyunu oynatan fizyoterapist (UKC) tarafından doldurulacaktır.

Hastanın Adı-Soyadı:

	Tarih	Oyun oynama süresi (dakika)	Modifiye Borg Skalası Derecesi	Yan etki varlığı* (+/-)
1.Seans				
2.Seans				
3.Seans				
4.Seans				
5.Seans				
6.Seans				
7.Seans				
8.Seans				
9.Seans				
10.Seans				
11.Seans				
12.Seans				
13.Seans				
14.Seans				
15.Seans				
16.Seans				
17.Seans				
18.Seans				
19.Seans				
20.Seans				

*Tedavi sırasında herhangi bir yan etki oluştuğu takdirde yan etki bildirim formu doldurulacaktır.

EK 4. MODİFİYE BORG SKALASI (BORG CR10)

Oyunu oynatan fizyoterapist (UKC) tarafından her tedavi seansı bitiminde, hastaların yorgunluk derecesini değerlendirmek amacı ile kullanılacaktır. Elde edilen sonuçlar tedavi gözlem formuna kaydedilecektir.

0 ..... Hiç yok
1 ..... Çok hafif
2 ..... Hafif
3 ..... Orta
4 ..... Biraz ağır
5 ..... Ağır
6 .....
7 ..... Çok ağır
8 .....
9 ..... Çok çok ağır
10 ..... Maksimum

EK 5. YAN ETKİ BİLDİRİM FORMU

Tedavi sırasında herhangi bir yan etki oluştuğu takdirde, oyunu oynatan fizyoterapist (UKC) tarafından doldurulacaktır.

Hastanın Adı-Soyadı:

Baş dönmesi:

Ortaya çıktığı seans/tarih:

Seansın kaçıncı dakikasında ortaya çıktı?

Dinlenmekle geçti mi? -Evet -Hayır

Ne kadar sürdü?

Seansın sonlandırılmasına neden oldu mu? -Evet -Hayır

Baş ağrısı:

Ortaya çıktığı seans/tarih:

Seansın kaçıncı dakikasında ortaya çıktı?

Dinlenmekle geçti mi? -Evet -Hayır

Ne kadar sürdü?

Seansın sonlandırılmasına neden oldu mu? -Evet -Hayır

Mide bulantısı:

Ortaya çıktığı seans/tarih:

Seansın kaçıncı dakikasında ortaya çıktı?

Kusma oldu mu? -Evet -Hayır

Dinlenmekle geçti mi? -Evet -Hayır

Ne kadar sürdü?

Seansın sonlandırılmasına neden oldu mu? -Evet -Hayır

Yorgunluk:

Ortaya çıktığı seans/tarih:

Seansın kaçıncı dakikasında ortaya çıktı?

Modifiye Borg Skalasına göre derecesi:

Dinlenmekle geçti mi? -Evet -Hayır

Ne kadar sürdü?

Seansın sonlandırılmasına neden oldu mu? -Evet -Hayır

El veya kol ağrısı:

Ortaya çıktığı seans/tarih:

Seansın kaçıncı dakikasında ortaya çıktı?

Ağrının yeri:

Dinlenmekle geçti mi? -Evet -Hayır

Ne kadar sürdü?

Seansın sonlandırılmasına neden oldu mu? -Evet -Hayır

Düşmeye meyil:

Ortaya çıktığı seans/tarih:

Seansın kaçıncı dakikasında ortaya çıktı?

Dinlenmekle geçti mi? -Evet -Hayır

Ne kadar sürdü?

Seansın sonlandırılmasına neden oldu mu? -Evet -Hayır

Hastanın düşmesine neden oldu mu? -Evet -Hayır

Düşme olduysa düşmeye bağlı herhangi bir komplikasyon oluştu mu?

Diğer yan etkiler (Tedavi ile ilişkili olabilecek herhangi başka bir yan etki oluştuysa lütfen ayrıntılandırırak belirtiniz).

EK 6. HASTA GERİBİLDİRİM ANKETİ

Oyunu oynatan fizyoterapist (UKC) tarafından, tedavi sonrasında hastalarla yüz yüze görüşme yapılarak, oyun sistemi ile ilgili düşüncelerini değerlendirmek amacıyla doldurtulacaktır.

Hastanın Adı–Soyadı :

Tarih :

SORULAR	**(1)**	**(2)**	**(3)**	**(4)**	**(5)**
Xbox Kinect sisteminde oyun oynamak güvenlidir					
Xbox Kinect sisteminde oyun oynamak kolaydır					
Xbox Kinect sisteminde oyun oynamak eğlencelidir					
Xbox Kinect sisteminde oyun oynarken veya sonrasında ağrım olmadı					
Xbox Kinect sisteminde oyun oynadıktan sonra kendimi yorgun hissettim					
Xbox Kinect sisteminde oyun oynama süresi yeterliydi					
Yukarıdaki ifadeye katılmıyorum. Oyun oynama süresi daha uzun olmalı					
Yukarıdaki ifadeye katılmıyorum. Oyun oynama süresi daha kısa olmalı					
Xbox Kinect sisteminde oyun oynamak iyileşmeme katkıda bulundu					
Xbox Kinect sistemi tedavi amaçlı kullanılabilir					
Xbox Kinect sisteminde oyun oynamayı başka hastalara öneririm					

1 : Kesinlikle katılmıyorum,

2 : Katılmıyorum,

3 : Ne katılıyor ne katılmıyorum,

4 : Katılıyorum,

5 : Kesinlikle katılıyorum.

EK 7. KUTU VE KÜP TESTİ (BOX AND BLOCKS TEST–BBT)

Değerlendirici (TAT) tarafından tedavi öncesi ve sonrasında doldurulacaktır.

Hastanın Adı-Soyadı :_____

Dominant El: Sağ ☐ Sol ☐

Etkilenen El: Sağ ☐ Sol ☐

1 dakika içinde taşınan küp sayısı:

Tedavi öncesi:

Tarih:_____ Sağlam El: _____ Etkilenen El: _____

Tedavi sonrası:

Tarih:_____ Sağlam El: _____ Etkilenen El: _____

Açıklamalar: Bu testte, standart yükseklikteki bir ayırıcı set ile iki eşit parçaya ayrılmış olan, içerisinde her biri eşit ve standart boyutlarda 150 tane küpün bulunduğu, standart boyutlarda bir kutu kullanılır. Hastaların 1 dakika içerisinde, mümkün olduğunca hızlı bir şekilde, kutunun tek bir bölmesinde bulunan küpleri karşı tarafa taşımaları istenir. Taşıma işlemi sırasında hastanın tüm parmak uçlarının karşı bölmeye geçmesi gereklidir. Hasta bir seferde sadece bir küpü karşı bölmeye geçirebilir. Aynı seferde birden fazla küpün taşınması durumunda, tek bir küp taşınmış sayılır. Kronometre ile 1 dakika süre tutulur ve 1 dakika içinde hastaların karşı bölmeye taşıdıkları küp adeti sayılarak skor olarak yazılır.

EK 8. WOLF MOTOR FONKSİYON TESTİ (WMFT)

Değerlendirici (TAT) tarafından tedavi öncesi ve sonrasında doldurulacaktır.

Hastanın Adı-Soyadı : _____

Tarih : _____

Değerlendirme : Tedavi öncesi ☐ Tedavi sonrası ☐

Değerlendirilen taraf : Etkilenen taraf ☐ Sağlam taraf ☐

Görevler	**Süre (sn)**	**Fonksiyonel Düzey**
1- Önkolu masa üzerine koyma (yandan)	_____	0 1 2 3 4 5
2- Önkolu kutu üzerine koyma (yandan)	_____	0 1 2 3 4 5
3- Dirseği açarak önkolu uzatma (yandan)	_____	0 1 2 3 4 5
4- Dirseği açarak önkolu uzatma (ağırlıkla)	_____	0 1 2 3 4 5
5- Eli masa üzerine koyma (önden)	_____	0 1 2 3 4 5
6- Eli kutu üzerine koyma (önden)	_____	0 1 2 3 4 5
7- Uzanma ve geri alma (önden)	_____	0 1 2 3 4 5
8- Kola (konserve) kutusunu kaldırma	_____	0 1 2 3 4 5
9- Kalem kaldırma	_____	0 1 2 3 4 5
10- Ataş kaldırma	_____	0 1 2 3 4 5
11- Dama taşlarını üst üste koyma	_____	0 1 2 3 4 5
12- Kartları çevirme	_____	0 1 2 3 4 5
13- Anahtar çevirme	_____	0 1 2 3 4 5
14- Havlu katlama	_____	0 1 2 3 4 5
15- Sepet kaldırma	_____	0 1 2 3 4 5

Fonksiyonel Düzey Skalası

Skor Açıklamaları:

0 = Görev yapılamaz; test edilen üst ekstremitede hiçbir çaba yoktur.

1 = Görev yapılamaz; test edilen üst ekstremite göreve fonksiyonel olarak katılmaz, ancak hastada o üst ekstremiteyi kullanma yönünde bir çaba vardır. Unilateral (tek taraflı) görevlerde, test edilmeyen üst ekstremite, test edilen üst ekstremiteyi hareket ettirmek için kullanılabilir.

2 = Görev yapılır; ancak küçük ayarlamalar yapmak veya pozisyon değiştirmek için test edilmeyen üst ekstremitenin yardımı gerekir veya görevi tamamlamak için 2'den fazla deneme gerekir veya görev çok yavaş yerine getirilir. Bilateral (iki taraflı) görevlerde, test edilen üst ekstremite sadece yardımcı olarak kullanılır.

3 = Görev yapılır; ancak hareket sinerji nedeniyle biraz etkilenmiştir, veya görev yavaş yapılır, veya görev güçlükle (efor sarf edilerek) yapılır.

4 = Görev yapılır; hareket normale yakındır, ancak hafif yavaştır. Hassasiyet, iyi koordinasyon veya akıcılık olmayabilir.

5 = Görev yapılır; hareket normal gözükür.

EK 9. FONKSİYONEL BAĞIMSIZLIK ÖLÇEĞİ (FIM)

Hastanın Adı-Soyadı:

D Ü Z E Y L E R	**7** Tam Bağımsız - *Hiçbir yardıma gerek duymadan belirli bir aktiviteyi gereken zamanda, cihazsız olarak ve emniyetli şekilde yapar* **6** Modifiye bağımsız - *Bir aktiviteyi yardımcı bir cihaz ya da uzun sürede modifikasyona gerek duyarak emniyetsiz bir şekilde yapar*	**YARDIMCI YOK**
	Modifiye Bağımlılık **5** Gözetim - *Fiziksel yardım almadan sözel yardım ile aktiviteyi tamamlar (% 100)* **4** Minimal yardım - *Hafif bir fiziksel temas dışında yardıma ihtiyacı yoktur. Aktivite için gereken eforun en az % 75'ini harcar* **3** Orta derecede yardım - *Aktivite için gerekli eforun % 50 – 75'ini harcar* **Tam bağımlılık** **2** Maksimal yardım - *Gereken eforun % 25 – 50'sini harcar* **1** Tam yardım - *Gereken eforun % 0 – 25'ini harcar*	**YARDIMCI VAR**

		TEDAVİ ÖNCESİ (..../...../.....)	**TEDAVİ SONRASI (..../...../.....)**
Kendine Bakım	A Beslenme		
	B Kendine çeki düzen verme		
	C Yıkanma		
	D Vücut üst yarısını giyinme		
	E Vücut alt yarısını giyinme		
	F Tuvalet kullanımı		
Sfinkter Kontrolü	G Mesane kontrolü		
	H Barsak kontrolü		
Transferler	I Yatak, sandalye, tekerlekli sandalye		
	J Tuvalet		
	K Duş, Küvet		
Hareket	L Yürüme / Tekerlekli sandalye		
	M Merdiven		
MOTOR FIM			
İletişim	N Anlama (İşitsel/Görsel)		
	O İfade etme (Sözel/İşaretler)		
Sosyal Algı	P Sosyal etkileşim		
	Q Problem çözme		
	R Bellek		
BİLİŞSEL FIM			
TOPLAM FIM SKORU			
Not: Boşluk bırakmayınız. Hasta risk nedeniyle test edilemiyorsa 1 puan olarak skorlayınız.			

EK 10. BRUNNSTROM MOTOR EVRELEMESİ (BME)

Değerlendirici (TAT) tarafından, hastaların tedavi öncesi ve sonrasında evrelerinin değerlendirilmesi amacı ile kullanılacaktır. Sonuçlar hasta takip formuna kaydedilecektir.

Üst Ekstremite Motor Evrelemesi

Evre 1 Tutulan kolda hiçbir hareket yoktur. Kol ağır, kas tonusu tümüyle gevşektir. Kol sinerji paternlerinde hareket ettirildiğinde, pasif harekete direnç yok veya azdır. Bu devrede hasta yatağa bağımlıdır ve uzun değerlendirmelerden yorulur.

Evre 2 İstemli harekete başlama çabasıyla veya assosiye reaksiyonlarla beraber sinerji paternleri veya onların bazı komponentleri belirir. Fleksör sinerji daha önce ortaya çıkar. Kol ekstansör ve fleksör sinerji paternlerinde alternatifli olarak pasif hareket ettirilirken hastanın aktif katılımı istenir. Spastisite gelişmeye başlar.

Evre 3 Spastisite belirgindir. Hareket sinerjilerinde istemli kontrol başlar. Sinerji tümüyle tamamlanmayabilir. İyileşme sürecinde bu evre hastanın kısmi istemli hareket çıkardığı evre olarak kabul edilir çünkü hasta paretik tarafında hareketi başlatır, ancak oluşan hareketin tipini kontrol edemez.

Evre 4 Hareket sinerjilerinden farklı izole hareketler yavaş yavaş çıkar ve giderek belirginleşir. Spastisite azalır ancak izole hareketler üzerinde spastisitenin etkisi sürmektedir. Gözlenen izole hareketler:

a. Elin vücudun arkasına, sakral bölgeye değdirilmesi

b. Dirsek ekstansiyonda iken omuzun 90 derece fleksiyonu

c. Dirsek 90 derece fleksiyonda ve kol vücuda yakın iken supinasyon ve pronasyon yapmasıdır.

Evre 5 Spastisite azalmaya devam etmektedir. İyileşme devam ederse, motor hareketler üzerinde sinerjilerin etkisi azalırken daha zor izole hareketler ortaya çıkar. Gözlenen izole hareketler:

a. Dirsek ekstansiyonda, ön kol pronasyonda ve omuz 90 derece abdüksiyonda iken kol yukarı kaldırılır,

b. Dirsek ekstansiyonda iken omuz 90 dereceden fazla fleksiyon yapabilir,

c. Dirsek ekstansiyonda, omuz 90 derece fleksiyonda iken pronasyon ve supinasyon yapabilir.

Evre 6 İzole eklem hareketlerinde koordinasyon başlar. Spastisite kayboldukça hareketleri tüm sınırları boyunca tamamlamaya başlar.

Evre 7 Normal motor fonksiyon kazanılmıştır.

Alt Ekstremite Motor Evrelemesi

Evre 1 Tutulan bacakta hiçbir hareket yoktur. Bacak tümüyle gevşektir.

Evre 2 Minimal istemli hareket mevcuttur.

Evre 3 Otururken ve ayakta kalça, diz, ayak bileği fleksiyonu istemli olarak yapılabilir. Spastisite en yüksek noktadadır.

Evre 4 Otururken ayağını arkaya koyarak 90 dereceyi aşan diz fleksiyonu yapabilir. Topuğu yerden kaldırmadan ayak bileği dorsifleksiyonu yapabilir.

Evre 5 Ayakta o bacağa ağırlık vermeden izole diz fleksiyonu ile birlikte kalça ekstansiyonu, kalça ve diz ekstansiyonu ile izole ayak bileği dorsifleksiyonu yapabilir.

Evre 6 Otururken veya ayakta dururken kalça abdüksiyonu, otururken ayak bileği inversiyonu ve eversiyonu ile beraber dizin resiprokal içe ve dışa rotasyonunu başarabilir.

Evre 7 Normal motor fonksiyon kazanılmıştır.

Elin Motor İyileşme Evrelemesi

Evre 1 El flasktır. İstemli motor aktivite yoktur.

Evre 2 Parmaklarda hafif fleksiyon hareketi başlamıştır.

Evre 3 Elde kaba ve çengel kavrama başlamıştır, ancak istemli parmak ekstansiyonu ve gevşeme olmaz. Ara ara parmaklarda refleks ekstansiyon hareketi görülebilir.

Evre 4 Başparmak hareketleri ile lateral kavrama başlamıştır. Küçük açılarda kısmen istemli kabul edilebilecek parmak ekstansiyonu görülür.

Evre 5 Tam istemli ve kontrollü olmamakla birlikte silindirik ya da sferik parmak kavramaları başlamıştır. Değişik açılarda istemli parmak ekstansiyonu izlenir.

Evre 6 Tüm kavramalarda kontrol kazanılır, parmaklarda tam ekstansiyon yapılabilir, normale yakın ele nazaran beceriler sınırlı olabilir.

Evre 7 Normal motor fonksiyon kazanılmıştır.

EK 11. MODİFİYE ASHWORTH SPASTİSİTE EVRELEMESİ (MAS)

Değerlendirici (TAT) tarafından, hastalarda tedavi öncesi ve sonrası spastisite değerlendirmesi amacı ile kullanılacaktır. Her bir kas grubu için spastisite derecesi hasta takip formunda ilgili bölüme yazılacaktır.

Evre 0: Kas tonusu normal.

Evre 1: Eklem hareket açıklığının sonunda minimal direnç oluşması.

Evre 2: Eklem hareket açıklığının %50'den daha az bir bölümünde direnç oluşması.

Evre 3: Eklem hareket açıklığının büyük bölümünde direnç oluşur ancak eklem hareket açıklığı sağlanabilir.

Evre 4: Kas tonusunda belirgin artış vardır. Eklem hareket açıklığı tamamlanamaz.

Evre 5: Kas tonusunda belirgin artış vardır. Etkilenen eklemlerde hareket mümkün değildir.