

T.C
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELDE PERİFERİK SİNİR YARALANMALARINDA
AYNA TEDAVİSİNİN ETKİNLİĞİ

Serkan KABLANOĞLU

Kocaeli Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin
Fizik Tedavi ve Anabilim Dalı Programı İçin Öngördüğü
BİLİM UZMANLIĞI TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

KOCAELİ
2019

T.C
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ELDE PERİFERİK SİNİR YARALANMALARINDA
AYNA TEDAVİSİNİN ETKİNLİĞİ

Serkan KABLANOĞLU

Kocaeli Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin
Fizik Tedavi ve Anabilim Dalı Programı İçin Öngördüğü
BİLİM UZMANLIĞI TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Selime Ilgın SADE

KOCAELİ
2019

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

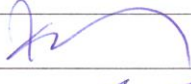


Tez Adı: Elde Periferik Sinir Yaralanmalarında Ayna Tedavisinin Etkinliği

Tez yazarı: Serkan KABLANOĞLU

Tez savunma tarihi: 29.04.2019

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Selime Ilgın SADE

Bu çalışma, sınav kurumumuz tarafından Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalında BİLİM UZMANLIĞI / YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

SINAV KURULU ÜYELERİ		İMZA
ÜNVANI	ADI SOYADI	
BAŞKAN	Dr. Öğr. Üyesi Ilgın Sade	
ÜYE	Prof. Dr. Derya Demirbaş Kabayel	
ÜYE	Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem Ciekmece	
ÜYE		
ÜYE		

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

29/04/2019

Prof. Dr. Sema Aşkın KEÇELİ
KOÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

Elde Periferik Sinir Yaralanmalarında Ayna Tedavisinin Etkinliği

Amaç: Bu çalışmada, elde periferik sinir yaralanmalı hastalarda uygulanan ayna tedavisinin, duyu, ağrı ve fonksiyonel kullanıma olan etkinliğini araştırılması amaçlanmıştır.

Yöntem: Bu randomize kontrollü çalışma Kocaeli Üniversitesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim dalında yapıldı. Çalışmaya elde periferik sinir yaralanması olan 20 hasta alındı. Hastalar ayna (n:10) ve kontrol (n:10) grubu olarak 2 gruba randomize edildi. Her 2 grup 6 hafta boyunca günde 45 dakika konvansiyonel tedavi programına alındı. Ayna grubuna ek olarak 15 dakika görsel ayna tedavi uygulandı. Hastaların ağrı, el fonksiyonu ve duyusu Görsel Ağrı Skalası (GAS), Duruöz El İndeksi (DEİ), Kol, Omuz ve El Sorunları Hızlı Anketi (QDASH), Jebsen El Fonksiyon Testi (JTEFT) ve Semmes Weistein Monofilament Testi (SWMT) ile tedavi öncesi ve sonrası değerlendirildi. El kavrama kuvveti Jamar Dinamometre ile ölçüldü. Tüm veriler Mann Whitney U test ve Wilcoxon test ile analiz edildi.

Bulgular: Her iki grubun tedavi öncesi GAS, JAMAR, DEİ, Q-DASH, JTEFT ve SWMT toplam skorları açısından karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0.05$). Altı hafta sonunda çalışma ve kontrol grubu hastaları arasında GAS, JAMAR, DEİ, Q-DASH, SWMT toplam skorları açısından karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0.05$). Tedavi sonrası JTEFT, sayfa çevirme ($p=0,004$), tavla pulu dizme ($p=0,023$), büyük ağır nesnelere kaldırma ($p=0,029$) parametrelerinde çalışma grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı gelişme saptandı.

Sonuç: Bu çalışmanın sonuçları, konvansiyonel tedaviye rehabilitasyona eklenen ayna tedavisinin elde periferik sinir yaralanması olan hastaların el fonksiyonlarına ilave katkılar sağladığını düşündürmektedir. Alınan bu sonuçlar periferik sinir yaralanmalı hastaların rehabilitasyon programına ek olarak ayna tedavisinin kullanılabilceğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: El Rehabilitasyonu, Ayna Tedavisi, Periferik Sinir Rehabilitasyonu

ABSTRACT

The Effect of Mirror Therapy in Hand Peripheral Nerve Injury

Objective: In this study we aimed to investigate the efficiency of mirror therapy on sense, pain and functional activities in hand peripheral nerve injuries.

Method: This study was carried out as a randomized controlled experimental study in Physical Therapy and Rehabilitation department of Kocaeli University. Twenty patients with peripheral nerve injury in hand were included in this study. The patients were randomly assigned to as mirror (n:10) and control (n:10) group. Both groups received conventional therapy in Kocaeli University Department of Physical Medicine Rehabilitation for 45 minutes a day, during weekdays for 6 consecutive weeks. The mirror group received an additional 15 minutes of visual mirror therapy (VMT). Visual Pain Scale (VPS), Duruöz Hand Index (DEI), The Quick Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand (QuickDASH, Shoulder and Hand (QDASH), Jebsen Hand Function Test (JHFT) and Semmes Weistein Monofilament Test (SWMT) were used for the assessment of pain, hand function and sensation of the patients at baseline and after treatment. Hand grip strength of the patients were measured with a Jamar dynamometer. All data were analyzed using the Mann Whitney U test and the Wilcoxon test.

Results: There was no statistically significant difference between the two groups in terms of total scores of GAS, JAMAR, DEI, Q-DASH, JTEFT and SWMT before treatment ($p>0.05$). There was no statistically significant difference between the study and control groups in terms of GAS, JAMAR, DEI, Q-DASH, SWMT total scores after six weeks ($p>0.05$). Statistically significant improvement was detected in favor of the study group in the parameters of JTEFT's, page turning ($p=0,004$), backgammon packing ($p=0,023$), and heavy object lifting ($p=0,029$).

Conclusion: The results of this study imply that MVT integrated with conventional rehabilitation may aid additional benefits on hand functions in peripheral nerve injured patients. These results demonstrate that mirror therapy can be used in addition to the rehabilitation program of peripheral nerve injured patients.

Keywords: Hand Rehabilitation, Mirror Therapy, Peripheral Nerve Injury in Hand

TEZİN AŞIRMA OLMADIĞI BİLDİRİSİ

Tezimde başka kaynaklardan yararlanılarak kullanılan yazı, bilgi, çizim, çizelge ve diğer malzemeler kaynakları gösterilerek verilmiştir. Tezimin herhangi bir yayından kısmen ya da tamamen aşırma olmadığını ve bir intihal programı kullanılarak test edildiğini beyan ederim.

Serkan KABLANOĞLU



İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	iii
ÖZET	iv
İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT)	v
TEZİN AŞIRMA OLMADIĞI BİLGİSİ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ÇİZİMLER	ix
ÇİZELGELER	x
1. GİRİŞ	1
1.1. Periferik Sinir	3
1.2. Periferik Sinir Sistemi Histolojisi	4
1.2.1. Endonöryum	4
1.2.2. Perinöryum	5
1.2.3. Epinöryum	5
1.3. Periferik Sinir Yaralanma Mekanizması	5
1.4. Periferik Sinir yaralanmalarını Patofizyolojisi	6
1.4.1. Sinir Hücre Gövdesi	6
1.4.2. Distal Segment	7
1.4.3. Proksimal Segment	7
1.4.4. Kortikal Alan	8
1.5. Periferik Sinir Yaralanmalarında Sınıflandırma	9
1.6. Sinir İyileşmesinde Prognozu Belirleyen Faktörler	11
1.7. Ön kol Periferik Sinir Yaralanmaları	13
1.7.1. Radial Sinir Hasarı	14
1.7.2. Median Sinir Hasarı	14
1.7.3. Ulnar Sinir Hasarı	15
1.8. Periferik Sinir Yaralanmalarında Cerrahi	17
1.9. Periferik Sinir Yaralanmalarında Değerlendirme	18
1.9.1. Sempatik Fonksiyonların Değerlendirilmesi	18
1.9.2. Duyu Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi	18
1.9.3. Motor Fonksiyonların Değerlendirilmesi	19
1.10. Periferik Sinir Yaralanmalarında Rehabilitasyon	19
1.10.1. Duyusal Yeniden Eğitim	25

1.10.2. Ayna Tedavisi	27
2. AMAÇ	29
3. YÖNTEM	29
3.1. Hasta Seçimi	29
3.2. Değerlendirme ve Yöntem	29
3.3.Tedavi	34
3.4. İstatistiksel Yöntem	36
4. BULGULAR	37
5. TARTIŞMA	44
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	50
7. KAYNAKLAR	51
8. ETİK KURUL ONAY FORMU	58
9. ÖZGEÇMİŞ	60

SİMGELER KISALTMALAR VE DİZİNİ

- GAS: Görsel Ağrı Skalası
DEİ: Duruöz El İndeksi
Q-DASH: Kol, Omuz ve El Sorunları Hızlı Anketi
JEFT: Jebsen El Fonksiyon Testi
SWMT: Semmes Weinstein Monofilament Test
p: Perinöryum
end: Endonöryum
epi: Epinöryum
Schw: Schwann Hücresi
ax: Akson
my: Miyelin Kılıfı
nR: Ranvier Nodu
RNA: Ribo Nükleik Asit
GAPs: Growth-Associated Proteins
GAP 43: Growth-Associated Protein – 43
MKF: Metakarpofalangeal Eklem
PİF: Proksimal İnterfalangeal Eklem
DİF: Distal İnterfalangeal Eklem
TENS: Transkutanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu
EHA: Eklem Hareket Açıklığı
PNF: Proprioseptif Nöromusküler Fasilitasyon
KBAS: Kompleks Bölgesel Ağrı Sendromu
WHO: World Health Organization
A.A.O.S: Amerikan Ortopedik Cerrahi Akademisi

ÇİZİMLER

Çizim 1.1. Periferik Sinirin Konnektif Doku Tabakaları (Rempel ve diğ. 1999)	4
Çizim 1.2. Aksiller ve Radial sinirlerin anatomik gösterimi (Oğuz ve diğ. 2004)	14
Çizim 1.3. Median sinirin anatomik gösterimi (Oğuz ve diğ. 2004)	15
Çizim 1.4. Ulnar sinirin anatomik gösterimi (Oğuz ve diğ. 2004)	17
Çizim 1.5. Jamar, Purdue Pegboard ve Minnesota Testleri	19
Çizim 1.6. Desensitizasyon Tedavisinde Kullanılan Objeler	23
Çizim 1.7. Median sinir hasarında C barlı siplint	24
Çizim 1.8. Ulnar sinir hasarında lumbrikal barlı siplint	25
Çizim 1.9. Radial sinir hasarında düşük el splinti	25
Çizim 1.10. Üç boyutlu cisimlerin alg. yönelik çalışmalarda kullanılan objeler	26
Çizim 1.11. Periferik sinir onarımından sonra yeniden duyuusal eğitim ilkeleri	26
Çizim 1.12. Ayna tedavisinin uygulanması	27
Çizim 3.1. Görsel Analog Skala	30
Çizim 3.2. Jamar el dinamometresi ile kavrama kuvvet ölçümü	30
Çizim 3.3. JTEFT kullanılan materyaller	31
Çizim 3.4. Semmes Weinstein Monofilament Test Uygulaması	33
Çizim 3.5. Egzersizlerin Aynada uygulanması	35
Çizim 3.6. Tedavi masası	35

ÇİZELGELER

Çizelge 1.1: Sinir yaralanmalarının sınıflandırılması	11
Çizelge 3.1: Semmes Weinstein Monofilament Testi (SWMT)	33
Çizelge 4.1: Hasta gruplarının demografik özelliklerinin gruplara göre dağılımı	37
Çizelge 4.2: Çalışma ve Kontrol Grubunun grup içi ile tedavi öncesi ve tedavi sonrası GAS toplam verileri	38
Çizelge 4.3: Çalışma ve Kontrol Grubunun grup içi ile tedavi öncesi ve tedavi sonrası JAMAR toplam verileri	39
Çizelge 4.4: Çalışma ve Kontrol Grubunun grup içi ile tedavi öncesi ve tedavi sonrası DEİ toplam verileri	39
Çizelge 4.5: Çalışma ve Kontrol Grubunun grup içi ile tedavi öncesi ve tedavi sonrası Q-DASH toplam verileri	40
Çizelge 4.6: Çalışma ve Kontrol Grubunun grup içi ile tedavi öncesi ve tedavi sonrası JTEFT toplam verileri	41
Çizelge 4.7: Çalışma ve Kontrol Grubunun grup içi ile tedavi öncesi ve tedavi sonrası SWMT toplam verileri	42
Çizelge 4.8: GAS, JAMAR, DEİ, Q-DASH ve SWMT Çalışma ve Kontrol Grubunun Tedavi Öncesi-Sonrası Ortalamalarının Farkı (Tedavi Yanıtı)	42

1.GİRİŞ

İyi fonksiyon gören bir el, bireyin iş, aile yaşamında ve sosyalleşmesinde önemli rol oynamaktadır. Üst ekstremitenin en hareketli parçası olan el, günlük yaşamda ve mesleki alanda farklı oranlarda aktif olarak kullanılmaktadır. İnce motor becerileri ve üst düzeyde gelişmiş duyusu ise elin fonksiyonları için anahtar rol oynamaktadır (Lundborg G. 2004). Oldukça önemli fonksiyonlara sahip olan el yaralandığında ciddi fonksiyonel kayıplar ortaya çıkmaktadır. Fonksiyonel kayıplar ise, günlük yaşamda ciddi özürülük ve iş gücü kaybına neden olmaktadır. Literatürde el yaralanmalı hastaların %57'sini 16-35 yaş arası genç erişkin hastaların oluşturduğu bildirilmektedir. Bu hastalar içerisinde travmatik tendon yaralanmaları veya periferik sinir kesileri büyük bir grubu oluşturmaktadır (Sade I. ve diğ. 2016, Robinson 2000, Rosberg 2005, Keskin ve diğ. 2005, Ergüner ve diğ. 2003).

Periferik sinirler motor ve duyu fonksiyonları gerçekleştiren sistemin önemli bir parçasıdır ve elin beyinle iletişimini sağlayan biyolojik bağlantılar olarak ifade edilebilirler (Chemnitz 2013). Periferik sinir yaralanması sonrası gelişen sensorimotor kayıplar ve nöropatik ağrı bu hastalarda fiziksel ve sosyal özürülüklere neden olmaktadır (Haanpaa ve diğ. 2011, Osborne ve diğ. 2018). Travma merkezlerine başvuran hastaların %2-3'ünü üst ekstremitede periferik sinir yaralanmalı hastaların oluşturduğu bildirilmektedir (Noble ve diğ. 1998). Yıllık insidansı 500.000 olarak bildirilen sinir yaralanmalarının %2.8'inde uzayan rejenerasyon süreci nedeniyle kalıcı sakatlıkların geliştiği, hastaların %25'inin de 1,5 yıl süreyle işe dönemediği belirtilmektedir (Jaquet ve diğ. 2001, Osborne ve diğ. 2018).

Sinir hasarı sonrası hızlı ve tam/tama yakın fonksiyonel geri dönüşler, yaralanma ile cerrahi arasında geçen sürenin kısa olması ve rehabilitasyon sürecinin erken başlamasıyla ilişkilidir (Rostami ve diğ. 2013). Elde periferik sinir yaralanmalı hastalarda rehabilitasyonun temel hedefi, iyileşme süreci tamamlanıncaya kadar mümkün olabildiğince mevcut kapasitelerin devamını sağlamak ve yaralanan ekstremitayı ikincil yaralanmalara karşı korumaktır (Sarhuş 2010). Genel ilkeler; hastanın bilinçlendirilmesi, eğitilmesi, eklem hareket açıklığının korunması, kas gücünün korunması ve iyileştirilmesi, ödem kontrolü, ortezleme, hiperestezik desensitizasyon, duyu eğitimi ve ağrı kontrolüdür (Sarhuş 2010, Oğuz ve diğ. 2004). Bunların yanı sıra skar dokunun inceltilerek fonksiyona olan olumsuz etkisinin azaltılması, doku iyileşmesinin hızlandırılması, el becerilerinin ve fonksiyonel aktivitelerin geliştirilmesi ve böylelikle işe geri dönüş şansının artırılması rehabilitasyon uygulamalarının diğer hedeflerdir.

Ağrı, ciddi el yaralanması olan hastalarda rehabilitasyon sürecinin en çok karşılaşılan komplikasyonudur. Hem akut dönemde hem de ilerleyen süreçte fonksiyonel iyileşmeyi olumsuz etkilemektedir (Robinson 2000). Periferik sinir yaralanması olan hastalarda ağrı nosiseptif, nöropatik karakterde veya bunların kombinasyonu hatta kompleks bölgesel ağrı sendromu (KBAS) (Lovagilo ve diğ. 2019) şeklinde olabilmektedir. Nosiseptif ağrı doku hasarına ikincil olarak gelişen fizyolojik bir yanıttır. Kas-iskelet sistem disfonksiyonuna bağlı ağrılı spazmlar ve mekanik ağrı ile karakterizedir. Nöropatik ağrı ise, periferik sinir hasarına bağlı somatosensoryel disfonksiyon sonucu gelişmektedir. Sıklıkla parestezi, dizestezi, allodini ve ağrı ile karakterizedir. KBAS'ın ise kronik nöropatik ağrıdan ayırımı zordur. Kliniği ani başlayan distale yayılım gösteren yanma ve dizestezi ile karakterizedir. Sonrasında ekstremitede renk-ısı değişikliği, terleme, elde ve tırnakta trofik bozukluklar ile kendini gösteren otonomik değişiklikler görülmektedir. Travmatik el yaralanmalı hastalarda KBAS'ın gerçek insidansı bilinmemekle birlikte oldukça sık karşılaşılan bir komplikasyondur. Literatürde motor sinir yaralanmalarının potansiyel risk faktörü olduğu bildirilmektedir (Demir ve diğ 2010, Savaş ve diğ 2018). Rehabilitasyon sürecinde ağrı hareketin kısıtlanmasına neden olabilmektedir. Ağrı ve hareket kısıtlılığı kısır döngüsü rehabilitasyon sürecini olumsuz etkileyen en önemli faktörlerdendir.

Bu süreçte ödem, ağrı ve enflamasyon kontrolü, eklem mobilitesinin korunması, atrofi ve deformite oluşumunun engellenmesi, duyu re-edükasyonunun sağlanması, fonksiyon korunması ve sürdürülmesi ile işe geri dönüş şansının artırılması rehabilitasyon uygulamalarının hedefleridir. Bu hedeflere ulaşabilmek için; duyuusal yeniden eğitim, desensitizasyon, çeşitli egzersiz ve elektro-terapi ajanlarının kullanılmasının yanı sıra doksanlı yılların sonunda geliştirilmiş ve düşük maliyetli bir tedavi yöntemi olan ayna tedavisi dikkat çekmektedir.

Ayna tedavisi, doksanlı yılların sonunda geliştirilmiş, sağlam ekstremitenin hareketleri üzerine odaklanmış, konvansiyonel uygulamalara ek olarak yapılan maliyeti düşük bir tedavi yöntemidir. Bu tedavide sağlam el aynanın ön, yaralı el arka tarafına yerleştirilerek hastada normal iki el algısı yaratılmaktadır. Ayna tedavisinde; görsel uyarılar yardımıyla ekstremiteye derin duyuusal girdinin artırılması hedeflenmektedir. Bu şekilde duyuusal uyarılar yardımıyla hastaya motor performansla ilgili görsel geri bildirim veren, uygulanan eğitim veterapinin etkisini arttıran bir tedavi uygulanmış olmaktadır. Görsel girdiler, beyinde öğrenmenin birincil olarak sorumlu olduğu premotor alanda yeniden

organizasyonunu sağlamaktadır. İlk olarak Ramachandran ve arkadaşları tarafından fantom ekstremitte ağrısının tedavisinde tanımlanmıştır (Ramachandran ve diğ. 1995, Moseley ve diğ. 2008). Literatürde ayna tedavisinin KBAS, distoni ve hemiplejik üst ekstremitte rehabilitasyonunda etkinliğini gösteren randomize, kontrollü çalışmalar mevcuttur. Elde tendon yaralanmalarında klasik rehabilitasyon uygulamalarına ek olarak uygulanan ayna tedavisinin etkinliğini gösteren sınırlı sayıda kontrollü çalışma mevcuttur. (Stevens JA. ve Stoykov 2003, McCabe ve diğ. 2003).

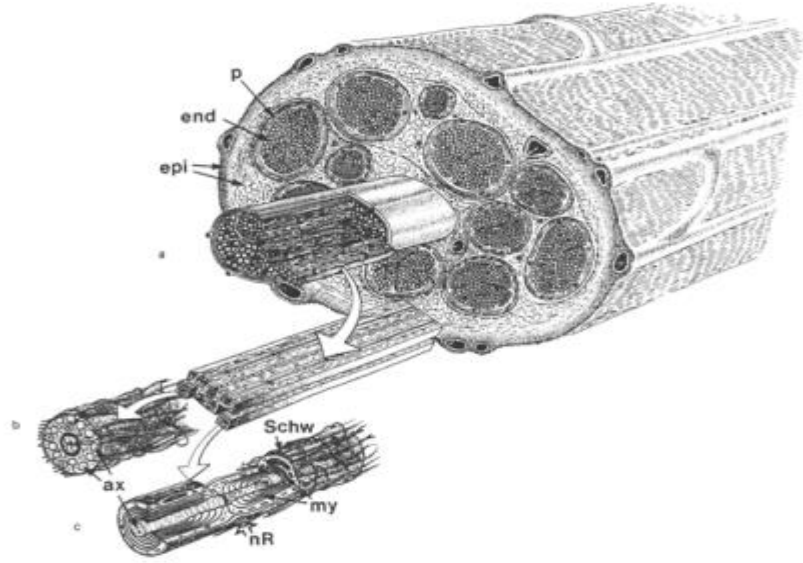
Mevcut bilgiler ışığında rehabilitasyon hastalarında maliyeti düşük bir tedavi yöntemi olan ayna tedavisinin ağrı, motor gelişme ve fonksiyonel iyileşme üzerine olumlu etkileri bilinmektedir. Ülkemizde periferik sinir yaralanması olan hastalarda ayna tedavisinin etkinliğini gösteren randomize, kontrollü çalışma bulunmamaktadır.

1.1. Periferik Sinir

Periferik sinirler beyin ve spinal kord ile periferik yapılar arasında köprü oluşturan yapılardır (FitzGerald ve Folan-Curran 2002). Bir periferik sinir duyu, motor ve otonomik lifleri içerir. Motor lifler spinal kord ön boynuz hücrelerinden çıkarak önde spinal kökün liflerinde seyrederek çizgili kasları inerve eder (Haerer 1992).

Sinire ait temel metabolik aktiviteler ve biyosentetik sistem hücre gövdesinde yoğunlaşır. Bu metabolik sistemin sentezlediği materyaller akson ve ona ait uç kısımların fonksiyonel ve yapısal bütünlüğünün korunması için gereklidir (Lundborg 2004). Aksonlar schwann hücrelerinin sarma şekline göre myelinli veya myelinsiz olmak üzere iki tipe ayrılmaktadır (Geuna ve diğ. 2013).

Miyelinli sinir lifleri, schwann hücresi olarak bilinen destek hücreleri ile oluşan bir miyelin kılıfla kuşatılmış liflerdir. Miyelin kılıfı ranvier düğümleri adı verilen aralıklar ile kesintiye uğratılan segmentler şeklindedir ve her bir segmentte sadece bir schwann hücresi bulunmaktadır. Bir sinir lifinde, aksonun büyüklüğü arttıkça miyelin kılıfının kalınlığı da artmaktadır. Miyelinsiz sinir lifleri, tek bir schwann hücresini paylaşan ve bir oluk içinde yer alan çok sayıda aksondan oluşmakta ve ranvier düğümleri mevcut değildir (Danyemez ve Seçer 2010, Uysal ve diğ. 1996, Snell 1980). Bu hücreler sinir hattı boyunca elektriksel iletiyi kolaylaştıran myelini üretirler.



Çizim 1.1. Periferik Sinirin Konnektif Doku Tabakaları (Rempel ve diğ. 1999).

1.2. Periferik Sinir Sistemi Histolojisi

Periferik sinirler yaklaşık %21-81 arasında bir oranda konnektif dokudan oluşmaktadır (Kline ve Hudson 1995). Konnektif doku, akson ve Schwann hücrelerine iskelet oluşturur; aksonu korur ve beslenmesini sağlamaktadır (Hunt 2002). Konnektif doku temel olarak üç ayrı tabakaya ayrılır. Bu tabakalar şunlardır:

1.2.1. Endonöryum

Endonöryumda bulunan kollajen liflerinin yapımının (retiküler lifler) schwann hücrelerinde gerçekleştirildiği düşünülmektedir (Eather ve Pollock 1987). İçerdiği uzun yerleşimli Tip I kollajen sayesinde gerilmeye karşı kuvvetli bir yapı haline gelmektedir (Hunt 2002, Burnstock ve Milner 1995). Sinirin uzun eksenine paralel seyreden endonöral damarları, schwann hücrelerini ve miyelini sarar. Morfolojik olarak dalgalı bir yapısı vardır. Bu sayede uzamaya karşı adapte olabilmektedirler. Bu seviyede lenfatik sistemin olmamasından dolayı ödem ile sonuçlanan kompresyon veya gerilim yaralanmalarında sinir disfonksiyonunu meydana gelmektedir (Hunt 2002).

1.2.2. Perinöryum

Endonöral tüp demetleri perinöryum tarafından sarılır ve fasikül olarak adlandırılır. Perinöryum; sirküler, longitudinal ve oblik paternli kollajen liflerden oluşmuş, ince fakat çok kuvvetli bir konnektif doku tabakasıdır (Hunt 2002). Her bir sinir fasikulusu bir 'perinöryum' ile sarılmıştır. Perinöryum elastik ve kollajen liflerden oluşmaktadır (Ertekin 2006). Perinöryum normalde hafif derecedeki intertisiyel basınç sayesinde çevresel bir gerginlik altındadır ve bu iç basınç travmalar nedeniyle önemli ölçülerde artabilir. Yüksek basınç perinöryumu belli alanlarda parçalayabilir ve sinir lifleri bu alanlardan dışarı herniye şekilde demiyelinize olabilirler. Perinöryum aynı zamanda longitudinal germe kuvvetlerinin de etkisi altındadır. Sinirin gerilmelere karşı direncinin büyük bölümü perinöryum ile sağlanmaktadır (Akbay 2005, Danyemez 2010).

1.2.3. Epinöryum

Fasikül grupları epinöryum tarafından bir araya getirilir (Landers 2003). Mezodermden kök alır, periferik sinir kesitinin yaklaşık % 30-70'ini oluşturur. Epinöryum kalın kollajen ve elastik liflerden oluşmaktadır. Bunlar arasında, kollajen lifleri daha fazla olup epinöryumun kalınlığının yarısından fazlasını oluşturan komponent, kollajen liflerdir. Kollajen liflerinin büyük çoğunluğu longitudinal ve kalan küçük bir kısmı ise oblik bir seyir göstermektedir. Bağ dokusu elemanları, periferik sinirin kompresyon ve gerilme gibi çevresel etkenlere karşı direncini sağlayan elastikiyet özelliği ve dalgalı bir görünüme sahip olmasından sorumlu yapılardır (Danyemez 2010, Snell 2008 ve Thomas 1993). Bir periferik sinirde ne kadar fasikül varsa epinöryum o kadar kalındır. Tip I ve III kollajen, yağ hücreleri ve fibroblasttan oluşmaktadır. Epinöryum, bölgesel lenf nodlarına açılan lenf kanalları içermektedir (Burnstock 1995).

1.3. Periferik Sinir Yaralanma Mekanizmaları

Sinir yaralanmaları kompresyon, ezilme, travma, kesilme, friksiyon, kimyasal irritasyon ve gerilme sonrası meydana gelmektedir (Hunt 2002, Landers 2003). Sinir bütünlüğünün bozulduğu kesilmeler ev kazaları, iş kazaları ve trafik kazaları nedeniyle görülmektedir. Üst ekstremitede el bileği ve önkol düzeyindeki sinir kesileri daha çok cam veya bıçakla yaralanma gibi ev kazaları ve bilerek yaralamalar, iş kazalarında ise makine

yaralanmaları nedeniyle oluşmaktadır. Sıklıkla el bileği ve önkol düzeyindeki median ve ulnar sinir yaralanmalarına damar ve tendon yaralanmalarında eşlik etmektedir. Ateşli silah yaralanmaları da travmatik sinir yaralanma nedenlerinden birisidir (Dahlin 2008). Yaralanma ile fonksiyonun kaybolması afferent ve efferent impulsların azalması ile meydana gelmektedir (Haerer 1992, Rempel 1992). Efferent kayıp motor ve otonomik değişikliklere neden olmaktadır. Motor değişiklikler bazı kas veya kas gruplarının zayıflığı ve felci şeklinde olabilir. Atrofi, anormal elektromyografik değişiklikler, motor sinir iletim hızında azalma, sinirin kendisinde ve inerve ettiği kasta değişiklikler görülebilir (Landers 2003, Kline 1995, Kimura 1989). Otonomik değişiklikler pilomotor, sudomotor ve vazomotor paralizi, ciltte kuruluk, vazodilatasyon ve piloereksiyon kaybına neden olmaktadır. Bunların yanısıra yaralanmaya bağlı ödem, siyanoz, ödem, sekretuar ve temperatür bozuklukları; deri subkuten doku, saç ve tırnaklarda trofik değişiklikler oluşabilir (Landers 2010, Rempel 1999, Kline 1995, Kimura 1989). Periferik sinir yaralanmaları hayati tehlike oluşturmasa da kişinin fonksiyonlarını ileri derecede kısıtlayabilmesi, sosyoekonomik ve psikolojik durumunu etkilemesi açısından önemlidir. Periferik sinir yaralanması sonrası en önemli amaç sinir iyileşmesinin en kısa sürede sağlanmasıdır. Bu iyileşmenin hızlı ve istenilen şekilde olması hasar tipi, derecesi ve uygulanan tedaviye bağlıdır (Akbay 2005, Danyemez 2010).

1.4. Periferik Sinir Yaralanmalarının Patofizyolojisi

Sinirin yaralanmaya verdiği yanıt karmaşık ve iyi düzenlenmiş olayları ve tamir sürecini içermektedir (Beyazova 2011). Periferik sinir yaralanması sonrası oluşan dejenerasyon ve sinir tamir edildikten sonra başlayan iyileşme süreci, sinire ait son organlardan beynin ilgili kortikal alanlarına uzanan yapısal değişikliklerle ortaya çıkan karmaşık bir süreçtir (Chemnitz 2013).

1.4.1. Sinir Hücre Gövdesi

Periferik sinir hasarından sonra aksonal hasarı takiben birkaç saat içinde hücre gövdesi ve nükleus eksantrik bir konum kazanmakta ve şişmeye başlamaktadır. Buna kromatolizis denir. Bu reaksiyonel değişiklikler hasar sonrası 2 ila 3. haftalarda en yüksek değerine ulaşır. Bu değişikliklerin amacı kaybolan aksoplazmik hacmi yerine koyabilmektir. RNA içeren yapılarda, protein sentezindeki hızlanmayı yansıtacak şekilde

bir artış olur (Burnett ve Zager 2011). Rejenere olan akson tomurcuklarının oluşturdukları büyüme konisinin ana komponenti olan aktin, tubulin ve akson büyümesi için gereken yapısal proteinlerin (growth-associated proteins; GAPs) sentezi artarken, transport fonksiyonunda rolü olan nörofilaman proteinlerinin sentezi azalır. Özellikle GAP 43, akson boyunca taşınan bir fosfoproteindir ve rejenere olmakta olan aksonlardaki büyüme konilerinde, akson hasarı sonrası miktarı yaklaşık 100 kat artar, rejenerasyon tamamlandıktan sonra normal düzeyine döner (Dahlin 2004, Brushart 1999).

1.4.2. Distal Segment

Sinirin distal kısmında Wallerian dejenerasyonu olarak bilinen bir süreç gerçekleşir. Bu süreç genelde sinir yaralanmasından takiben dakikalar içinde başlar ve sinirin distal kısmını reinnervasyona hazırlayan bir temizlik süreci olarak tanımlanabilir (Chemnitz 2013). İlk kez 1850 yılında Waller isimli araştırmacı kurbağa hipoglossal sinirinde, sinirin kesilmesi sonrasında distal segmentte oluşan değişiklikleri gözlemlemiş ve bu dejeneratif sürece Wallerian dejenerasyonu ismini vermiştir. Wallerian dejenerasyonu ile akson ve myelin kökenli maddelerin temizlenmesi sağlanmakta ve rejenere olan aksonun büyümesine uygun zemin oluşmaktadır. Prolifere ve diferansiye olan pluripotent schwann hücreleri, bazal lamina boyunca dizilerek Büngner bantlarını oluştururlar. Ortada oluşan içi boş tüp yapısına endonöral tüp denir (Fawcett ve Keynes 1990, Dahlin 2004). Wallerian dejenerasyonda schwann hücrelerinin anahtar rolü vardır. Bu hücreler, yaralanma sonrası ilk 24 saat içinde aktive olarak dejenerasyon ve tamir sürecine katkıda bulunmak üzere hızla bölünürler. Schwann hücrelerinin başlangıç görevi dejenere akson ve myelin artıklarının ortamdaki uzaklaştırılması ve makrofajlara sunulmasıdır. Schwann hücreleri ve makrofajlar hasar bölgesinin temizlenmesi ve fagositozu için birlikte çalışırlar. Bu süreç bir hafta ile aylar arasında değişebilir. Başlangıç döneminde endonöral tüpler travmaya cevap olarak şişer, ancak 2 hafta sonra çapları küçülür. Dejeneratif süreç genellikle 5-8 haftada tamamlanmaktadır. Geride sadece endonöral kılıf içinde schwann hücrelerinden oluşan sinir lifi kalıntıları kalmaktadır (Beyazova ve Kutsal 2011).

1.4.3. Proksimal Segment

Yaralanma bölgesinin proksimalinde meydana gelen değişimler yaralanma şiddetine ve kesi bölgesinin sinir gövdesine olan uzaklığına bağlı olarak gelişmektedir. Şiddetli ve

proksimaldeki yaralanmalarda nöronların bir kısmı ölürken daha distal yaralanmalarda sinir hücre gövdelerinin büyük çoğunluğu hayatta kalırmaktadır. Akson, kesi seviyesinin proksimal kısmındaki ilk sağlam Ranvier düğümüne kadar geriye doğru dejenerasyona uğramaktadır (Geuna ve diğ. 2013). Hasarlanmış sinirde akson ucundan tomurcuklanma ilk 6 saat içinde başlamasına rağmen, aksonal tomurcukların sayısı zamanla azalır, bazıları distal segment ile bağlantı yaparken, diğerleri regrese olur. Bağlantıyı yapabilenler ise olgunlaşır. İnternal sitoskeletal yapıları olan kalıcı tomurcuklar, genelde ilk 24 saatin sonunda oluşmaya başlarlar. Bu şekilde uzanan her bir tomurcuğa “rejenerasyon ünitesi” ve her bir tomurcuğun ucundaki kısma ise “büyüme konisi” denir (Brushart 1999, Terzis ve Smith 1990). Duyu hücre gövdelerinde gerçekleşen hücre ölümünün hasar sonrası ilk 24 saat içinde gerçekleştiğine dair çeşitli bilgiler vardır ve bu bilgilere dayanarak tedavinin ilk 24 saat içerisinde başlaması gerekmektedir. Motor nöronlarda duyu nöronları ile kıyaslandığında hücre ölümü daha az gerçekleşmektedir (Dahlin 2004). Büyüme konisinin, schwann hücre bazal laminasında bulunan fibronektin ve laminine affinitesi vardır ve aksonal tomurcukların büyüme yönünü belirleyen faktörlerden biri de bu affinitedir (Terzis ve Smith 1990, Maggi ve diğ. 2003).

1.4.4. Kortikal Alan

Periferik sinir yaralanmasından hemen sonra merkezi sinir sisteminde duyu ve motorsahalarında değişiklikler meydana gelmektedir. Aksonal yaralanma, sinir onarımı ve re-inervasyon sonrası somatosensöriyel kortekste yeniden yapılanma görülmektedir. Periferik rejenerasyon, kortikal sinapslarda aktivasyon ile de ispatlanmıştır. Sinir kesisine cevap olarak primer motor kortekste fonksiyonel reorganizasyon görülmüştür (Landers 2003, Rempel ve diğ. 1999, Lundborg 2003, Dellon 2000). Elin beynin somatosensoryal korteksinde temsil ettiği alan oldukça geniştir. Bu alanlar ele ait reseptörlerden gelen uyarıları alan sınırları belli alanlardır. Tam sinir kesisi ile sinire ait cilt alanları ve kaslardaki uyarı kaybı korteks ve talamusta da bir uyarı kaybına yol açmaktadır. Yaralanma sonrası hemen komşu kortikal alanlar yaralanan sinirin temsil edildiği kortikal alanlara doğru genişler. Sinir iyileşmesi ile yaralanmış sinir kendi orijinal kortikal alanını yeniden geri kazanma sürecine girer. Bu süreç yeni gelişen sinir liflerinin yanlış yönlendirilmesi sonucu değişmiş affarent uyarı paternleri nedeni ile genellikle değişmiş ve yeni bir kortikal el haritası ile sonuçlanır (Lundborg 2004).

1.5. Periferik Sinir Yaralanmalarında Sınıflandırma

Periferik sinir yaralanmalarında yapısal hasarın boyutunun değerlendirildiği, altta yatan travma mekanizmasının tanımlandığı fonksiyonel sonucun önceden bilindiği ve uygun tedavi planının oluşturulduğu 2 tip sınıflama vardır (Danyemez 2008, Bozkurt ve Benli 2004). Periferik sinir yaralanmaları genellikle Seddon ve Sunderland tarafından oluşturulmuş sınıflandırma sistemleridir. Seddon, İkinci Dünya Savaşı deneyimleri ile (1943) sinir yaralanmalarını nöropraksi, aksonotmezis ve nörotmezis olarak tanımlamıştır. Sunderland, 1951 yılında bu sınıflamayı genişletmiş ve hasar gören yapılara dayanan 5 maddeye ayırmıştır: Birinci derece nöropraksiyaya, ikinci derece aksonotmezise, üçüncü, dördüncü ve beşinci derece de nörotmezise karşılık gelmektedir (Landers ve Altenburg 2003, Robinson 2000). Bu sınıflamalara 1992 yılında MacKinnon, altıncı bir madde eklemiştir; bunu da periferik sinir içindeki tüm yapılarda çeşitli seviyede meydana gelen hasar olarak tanımlamıştır (Landers ve Altenburg 2010). (Çizelge 1.5).

Sunderland Evre 1 (Seddon sınıflamasına göre nöropraksi): Birinci derece yaralanma olan nöropraksiyada sinirin anatomik bütünlüğü sağlamdır ve aksonal yaralanma yoktur. Segmental demyelinizasyonu içeren hafif histolojik değişiklikler görülebilir. Wallerian dejenerasyonu olmadan iyileşme olmaktadır. Prognoz iyidir (Kline ve Hudson 1995, Landers ve Altenburg 2003, Robinson 2000). Nöropraksik lezyonların en belirgin özelliği bu bölgede remiyelinizasyonun gerçekleşmesi ile fonksiyon kaybının çok kısa zamanda günler ve hatta saatler içinde tamamen düzelmesidir. Genellikle 2-3 haftada tam iyileşme gösterir, çok nadir olarak bu iyileşme 12 haftayı bulabilir (Beyazova ve Kutsal 2011, Vural 2010, Storm ve diğ. 2003).

Sunderland Evre 2 (Seddon'a göre aksonotmezis): Aksonotmezis veya ikinci derece olarak adlandırılan yaralanma ise distale doğru wallerian dejenerasyonu ile karakterizedir. Akson bütünlüğü bozulmuş, fakat perinöryum ve epinöryum gibi yapılar, endonöral tüpler korunmuştur. Sağlam kalan endonöral yapılar filizlenen aksonların hedef organa ulaşabilmesi için rehberlik ederler. Genellikle aksonların reinnervasyonu sayesinde cerrahi müdahale yapılmadan iyileşme gerçekleşmektedir (Beyazova ve Kutsal 2011, Vural 2010, Storm ve diğ. 2003).

Sunderland Evre 3 (Seddon'a göre aksonotmezis): Bu tip sinir yaralanmasında endonöryum ve schwann hücrelerinin bazal laminası da hasarlı olup perinöryum sağlam

kalırmıştır, fakat filizler hasarlı endonörium ve schwann hücrelerinin oluşturduğu skar doku içine girebilir. Bu tip yaralanmada fonksiyonel geri dönüş tam değildir. Oldukça hafif kayıplardan tam kayba kadar değişen oranlarda etkilenme olabilir (Kline ve Hudson 1995, Landers ve Altenburger 2003, Robinson 2000, Dellon 2005).

Sunderland Evre 4 (Seddona göre aksonotomezis): Akson bütünlüğünde kayıp yanı sıra perinörium ve endonöriumda hasar vardır. Epinörium sağlamdır. Hasar bölgesinde büyük bir skar alanı oluşur. Skar dokusunun varlığı ve aksonal dejenerasyona rehberlik yapacak mezenkimal dokunun olmaması aksonların distale doğru ilerlemesini engeller. Birçok akson skar dokusu içinde sarmallar oluştururlar ve proksimal segment boyunca geri dönerler veya çevre dokuya yönelirler. Evre 3 yaralanmalarda olduğu gibi nöroma gelişimi ve yanlış reinnervasyon söz konusudur. Benzer şekilde endonöral tüpler progresif olarak büzüşür, küçülür ve fibrozis gelişir. Tam fonksiyonel kayıp vardır. Cerrahi tedavi olmaksızın iyileşme genellikle beklenmez (Beyazova ve Kutsal 2011, Vural 2010, Storm ve diğ. 2003).

Sunderland Evre 5 (Seddon sınıflamasına göre; nörotomezis): Sinirin akson, myelin ve konnektif dokusunun parçalanması ile karakterize en şiddetli periferik sinir yaralanmasıdır. Bundan dolayı rejenerasyon sayesinde iyileşme gerçekleşmez. Buderece yaralanmalar sinirin eksternal bütünlüğünün korunduğu sinir içi fibrozisle aksonal rejenerasyonun engellendiği yaralanmaları ve devamlılığını tam olarak kaybolan yaralanmaları içermektedir. Aksonal rejenerasyonda sinirin devamlılığını yeniden sağlamak için skar dokusunun cerrahi olarak kaldırılması gerekmektedir (Bozkurt ve Benli 2004).

Altıncı derece yaralanma; bazı liflerdeki ileti blokları ve akson kaybının birlikte görülmesi ile oluşur. Aynı periferik sinir içerisindeki bazı fasikül veya liflerde birinci veya ikinci derece yaralanma meydana gelirken, diğerlerinde üç, dört veya beşinci derece yaralanma gösterebilir. Bu tip yaralanmaların derecelendirmesi ve tedavisi oldukça zor ve büyük kas-iskelet yaralanmaları ile gizlenebilir (Kline ve Hudson 1995, Hunt 2002, Landers 2003, Rempel 1999).

Çizelge 1.1: Sinir yaralanmalarının sınıflandırılması

SEDDON	Nöropraksi	Aksonotmezis			Nörotmezis	
SUNDERLAND	1.Derece Yaralanma	2.Derece Yaralanma	3.Derece Yaralanma	4.Derece Yaralanma	5.Derece Yaralanma	
MacKINNON						6.Derece Yaralanma
ÖZELLİK	Lokal ileti kaybı	Wallerian dejenerasyonu ile birlikte akson hasarı	Sınırlı rejenarasyon, tam olmayan geri dönüş, cerrahi gerekebilir	Epinöryum korunmuş geri dönüş tam değil, cerrahi gerekli	En ciddi yaralanma tam kesi, cerrahi gerekli	Tedavisi zor
ANATOMİK LEZYON	Akson hasarı	Akson	Akson ve endonöryum	Akson, endonöryum, perinöryum	Akson, endonöryum, perinöryum, epinöryum	Tüm dokularda çeşitli derecede hasar

1.6. Sinir İyileşmesinde Prognozu Belirleyen Faktörler

Sinir iyileşmesini etkileyen faktörler yaralanmanın türü ve ciddiyeti, denervasyon süresi, hastanın yaşı, sinirin motor, duysal veya birlikte olması, tek veya çoklu sinir hasarının olup olmaması ile sıralanabilir.

Yaş: Yaralanma sonucunu etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Genç hastalarda sinir onarımı sonrası fonksiyonel iyileşme, yaşlı hastalara göre daha iyidir olmaktadır. Yaş ilerledikçe miyelinli lifler azalmakta, akson dejenerasyonu insidansı artmakta ve iletim hızları düşmektedir (Terzis ve Smith 1990).

Yaralanmanın Seviyesi: Yaralanma yeri ne kadar yüksekse (pleksus gibi) aksonal rejenerasyon o kadar zor gerçekleşmektedir. Yaralanma yeri ile uç organ arasındaki mesafe arttıkça uç organda atrofi ve fibrozis riski de artmaktadır. Ayrıca yüksek lezyonlarda motor, duysal liflerin iyileşirken birbirine karışma olasılığı da fazladır (Beyazova ve Kutsal 2011).

Yaralanma ve Onarım Sonrası Geçen Süre: Sinir onarımı zamanlamasına göre dörde ayrılabilir. Primer onarım, yaralanmadan sonra saatler içinde yapılan onarımdır. 5–7 gün içinde yapılan onarıma gecikmiş primer onarım, bir haftayı geçen onarımlara sekonder onarım, üç aydan sonra yapılan onarıma ise geç sekonder onarım adı verilir. Yapılan

çalışmalar ile yaralanma sonrası primer onarımın, gecikmiş onarımlara üstünlüğü gösterilmiştir (Avcı ve diğ. 2002, Dagum 1998).

Yaralanma Şekli: Sinir ne kadar az travmatize olursa fonksiyonel iyileşmesi o kadar iyi olur. Sinirin keskin yaralanmalarında sinir daha az ve lokal olarak travmaya uğrar. Atesli silah yaralanması veya avülsiyon yaralanmaları gibi şiddetli hasarlarda sinirin uzunlamasına etkilenmesi nedeni ile hasarlı kısmın rezeksiyonu önerilmektedir (Roses 1997).

Yaralanan Sinir: Motor ve duyu lifler taşıyan sinir onarımında yanlış eşleme riski çok az iken, duyu ve motor lifleri içeren sinir onarımında bu risk fazladır ve iyileşme kalitesini etkilemektedir (Lundborg 2004).

Onarım Tipi: Kavramsal olarak sinir onarımı sağlıklı fasiküllerin, minimal tansiyon altında, iyi vaskülarize bir doku yatağı içinde uygun hizada ve açıyla karşı karşıya getirilmeleri ile sonuçlanmalıdır. Erken onarımlarda bunların bir ya da birkaçı yerine getirilemiyorsa gecikmiş onarım daha uygun olabilir. Sinir yaralanmasını takiben fonksiyonel iyileşmenin derecesi, sinir rejenerasyonunun miktarına ve hedef dokuların yeterli reinnervasyonuna bağlıdır. Periferik sinir cerrahisi, sinir devamlılığını restore etmek ve sinirin rejenerasyonu ve fonksiyonel düzelmeyi optimal düzeyde oluşturabilmek amacıyla yapılmalı ve planlanmalıdır. Çünkü rejenerasyonda çok önemli iki anahtar faktör vardır; devamlılık (rejenerasyonu teşvik etmek için bir rehber görevi görür) ve uygun diziliş (duyusal lifler uygun duyusal hedeflere, motor lifler uygun kaslara yönlendirilir) (Danyemez ve Seçer 2010, Avcı ve diğ. 2002, Vural ve Arslantaş 2005).

Eşlik Eden Yaralanmaların Varlığı: Periferik sinirler, farklı inervasyon paternleri ve farklı ileti becerilerine sahiptirler. Akson-miyelin oranları ve konnektif doku içerikleri nedeni ile farklı histolojik ve morfolojik özelliklere sahiptirler (Sunderland 1990).

Hastanın Sosyokültürel Düzeyi: Hastanın dil öğrenme kapasitesi, sosyokültürel düzeyi, iletişim yetenekleri ve görsel-uzaysal algı düzeyinin fonksiyonel duyu iyileşmesi ile anlamlı ilişki vardır (Rosen ve diğ. 1994).

Operasyon Sonrası Bakım ve Rehabilitasyon: Mümkün olan en erken dönemde değerlendirme sonuçlarının rehberliğinde tedavi edici, iyileşmeyi hızlandırıcı, kayıpları en aza indirmeye yönelik ve semptomları azaltıcı bir rehabilitasyon programı planlanmalıdır.

Travmatik el yaralanmalarında elde hasarlanan dokulara çoğunlukla cerrahi onarım uygulanmakta ve hastalar cerrahi sonrası rehabilitasyon programına başlatılmaktadır. Elde edilecek başarıda cerrahın becerisi kadar uygulanacak rehabilitasyon protokolünün seçimi de önemlidir (Uysal ve diğ. 2007).

1.7. Ön kol Periferik Sinir Yaralanmaları

Periferik sinirler; Merkezi sinir sistemi dışında olan sinir uzantılarıdır. Medulla spinalisin ön boynuz motor hücrelerinden başlayarak kasta sonlanan motor lifleri, çevreden medulla spinalise giden duyu lifleri ve otonomik lifleri içerir.

Motor (efferent) lifler: Merkezi sinir sisteminden gelen impulsları, iskelet kaslarına ileterek istemli kas fonksiyonunu sağlar.

Duyu (afferent) lifler: En çok deri ve kas olmak üzere çevreden gelen duyu impulslarının merkezi sinir sistemine iletilmesini sağlar.

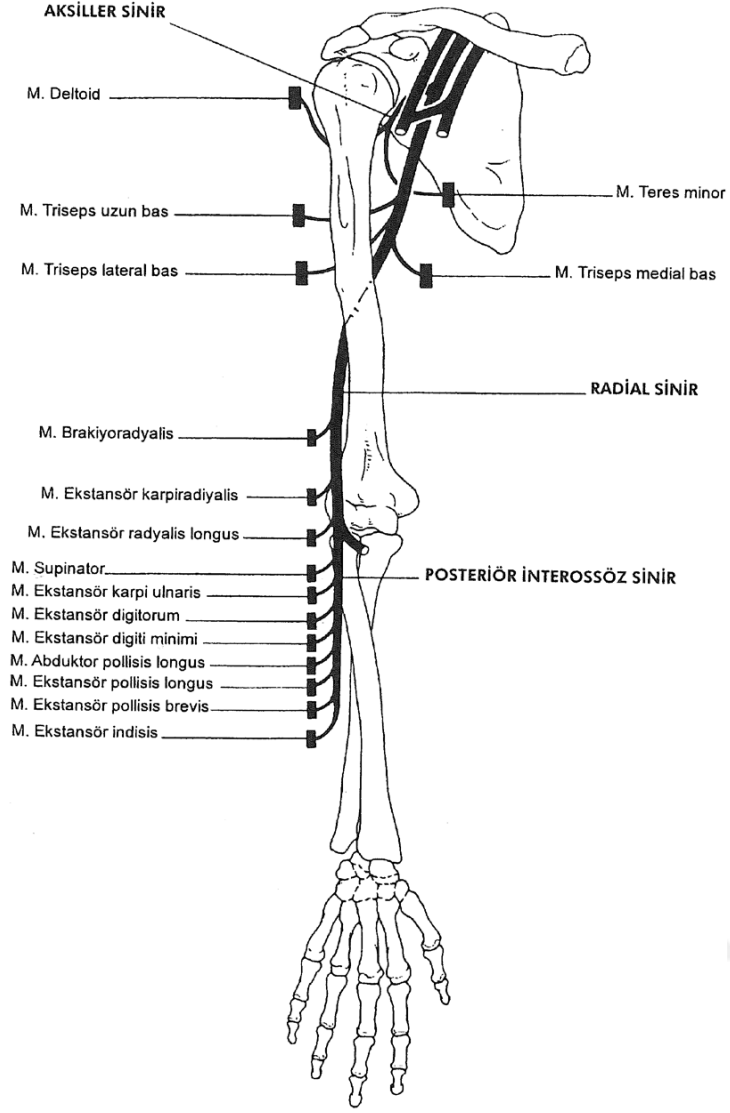
Otonomik (efferent) lifler: Trofik fonksiyonları kontrol eder.

Önkol ve elin periferik sinir yaralanmaları klinikte sık karşılaşılan yaralanmalardır. Mikrocerrahi tekniklerindeki gelişmelere rağmen özellikle yetişkinlerde fonksiyonel sonuçlar yetersizdir (Wong ve diğ. 2006, Chemnitz ve diğ. 2013).

Periferik sinir lezyonlarında; Kaslardan istemli ve refleks cevaplar alınamaz. Kasların tonusu ve tendon refleksleri kaybolur. Kas atrofileri ve diğer trofik bozukluklar ile birlikte batıcı ağrılar, karıncalanma ve iğne batması hissi gibi paraesteziler görülebilir.

1.7.1. Radial Sinir Hasarı

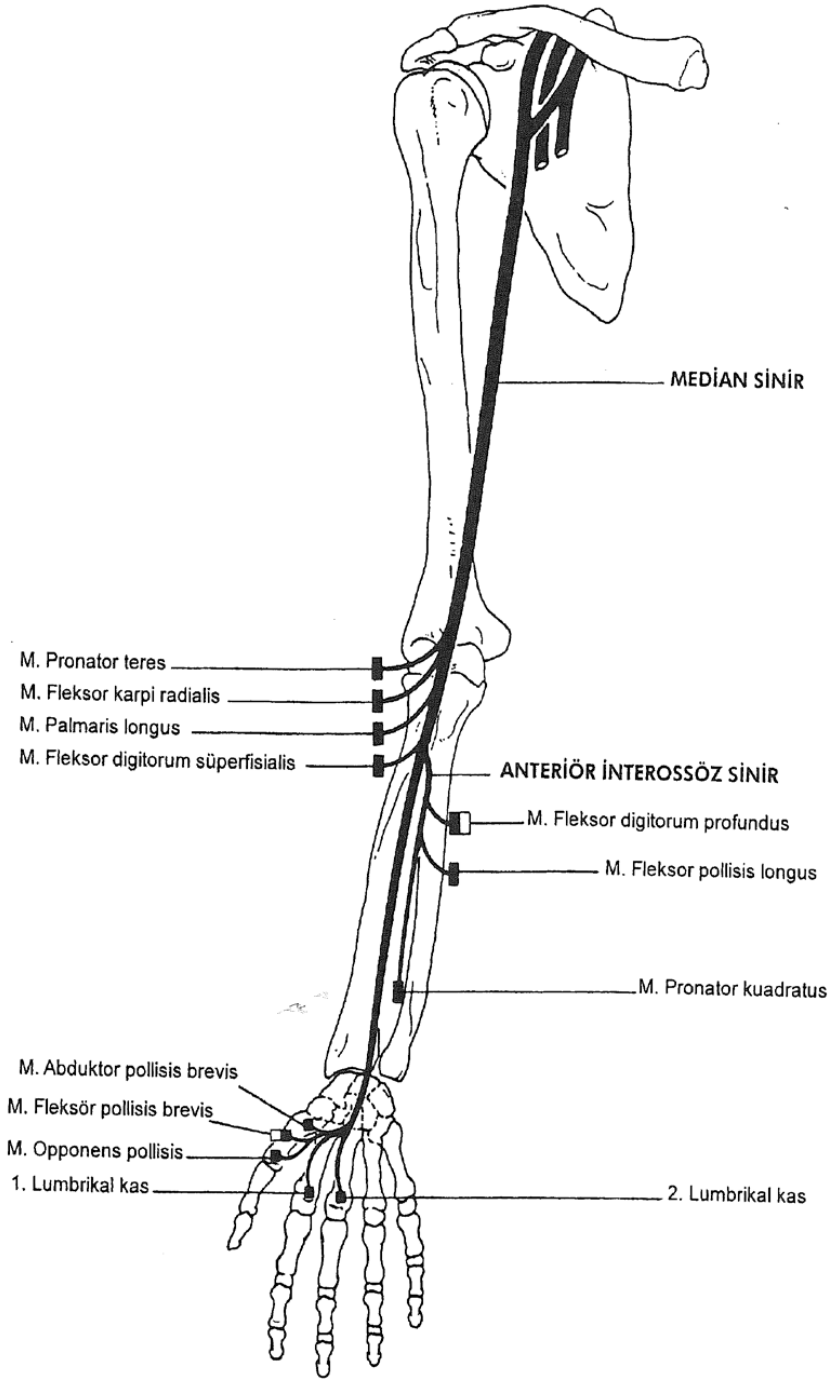
Ön kolda posterior interosseous sinir seviyesindeki lezyonlarda ekstansör karpi radialis kası korunurken ekstansör karpi ulnaris kası etkilenmiştir. Sebebi ekstansör karpi radialis kası daha proksimalden innervasyon almaktadır. Bundan dolayı el bileği ekstansiyonundaki kayıp radial tarafa deviasyonla birlikte görülmektedir. Posterior interosseous sinir yaralanmalarında ekstansör pollisis longus kasında da etkilenme olmasından dolayı başparmak ekstansiyonundaki kayıpta eklenir. Daha alt seviyelerdeki lezyonlarda ise posterior interosseous sinir dallarının etkilenmesine bağlı olarak parmakların ekstansiyonunda değişik derecelerde kusurlar görülebilir. Fakat el bileği ekstansiyonu tama yakın ya da tam olarak korunmuştur. Duyu kaybı ise, elin dorsal yüzünde ve değişik dereceldedir (Şirin ve Kahraman 2010).



Çizim 1.2. Aksiller ve Radial sinirlerin anatomik gösterimi (Oğuz ve diğ. 2004).

1.7.2. Median Sinir Hasarı

Bilek seviyesindeki yaralanmalarda, ön kol kasları korunurken median sinirin innervasyonunu sağladığı küçük el kaslarında güçsüzlük olmaktadır. Palmar kutanöz dal, karpal tünel proksimalinde ayrıldığından bu düzeydeki yaralanmalarda tipik olarak tenar bölge duyusu korunur. Median sinir distal iletimlerinde bozukluk ve etkilenen kaslarda denervasyon görülmektedir (Beyazova ve Kutsal 2011).



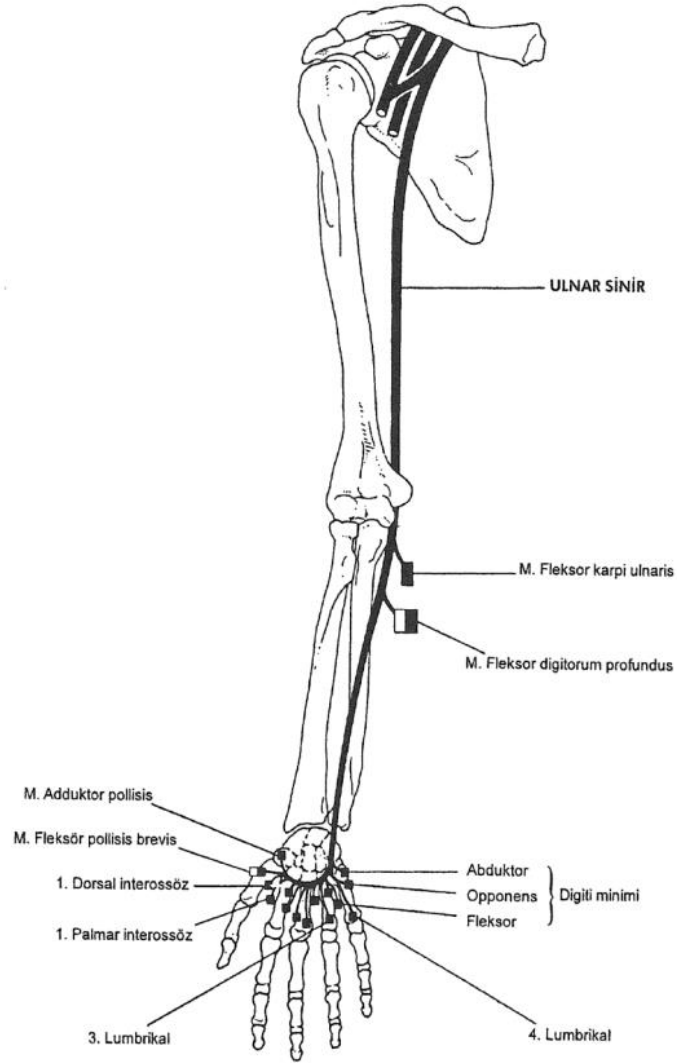
Çizim 1.3: Median sinirin anatomik gösterimi (Oğuz ve diğ. 2004).

1.7.3. Ulnar Sinir Hasarı

El bileği ve önkol düzeyindeki median ve ulnar sinir yaralanmalarına damar ve tendon yaralanmaları sıklıkla eşlik etmektedir. Ateşli silah yaralanmaları da sinir yaralanmalarına neden olan travmatik yaralanmalardır (Dahlin 2008). Ulnar sinirin distal kısmındaki duysal ve motor tutuluşa göre 3 tip guyon kanalı sendromu tanımlanmaktadır.

Tip 1'de lezyon Guyon kanalı proksimalinde ya da içindedir. Bu tip lezyon hem yüzeysel hem de derin dalı etkilediği ulnar sinirden innerve küçük el kaslarının hepsinde güçsüzlüğe ve elin volar yüzünde ulnar sinirin innerve ettiği alanında duyu bozukluğuna yol açar. Dirsek seviyesindeki lezyonlardan ayırıcı olarak dorsal kutanöz sinirin normal kalması önemlidir. Daha distaldeki ve en sık görülen tip 2 lezyonlarda ise, sadece derin palmar motor dal etkilenir. Lezyonun lokalizasyonuna göre el kaslarında güçsüzlük ortaya çıkarken, ulnar duyu normaldir. Önemli bir kısmında hipotenar kaslar korunur. Bu lezyonlarda palmaris brevis kasının korunması önemlidir. Bu kasın izole istemli kontraksiyonu zor olduğu için, 5. parmağın zorlu abduksiyonu ile hipotenar bölgede büzüşme olması kasın normal olduğunun göstergesidir (palmaris brevis bulgusu, hipotenar volar derinin büzüşmesi). Guyon kanalı bitimindeki tip 3 lezyonlarda ise sadece yüzeysel dal etkilenir, ulnar bölgede duyu kaybı ve palmaris brevis kasında güçsüzlük söz konusudur (Beyazova ve Kutsal 2011).

Froment Belirtisi: Adduktor pollicis kasının paralizisi sonucu ortaya çıkar. Başparmak ve işaret parmağı arasında bir kağıt tutulması istendiğinde, başparmak adduktörü çalışmadığı için fleksör pollicis longus aktivitesi sayesinde başparmak interfalangial eklemden fleksiyon yapılır. 4. ve 5. parmakların MKF eklemlerinde hiperekstansiyon, PIF ve DIF eklemlerinde fleksiyon ile karakterizedir. Bu deformite intrinsek kasların belirgin güçsüzlüğüne bağlı olup, intrinsek ve ekstrinsek kaslar arasındaki dengesizlik sonucudur. Uzun ekstansör kasların karşılanamayan aktivitesi MKF eklemi hiperekstansiyona, uzun fleksör kasların karşılanamayan aktivitesi ise PIF ve DIF eklemleri fleksiyona zorlar (Beyazova ve Kutsal 2011).



Çizim 1.4 Ulnar sinirin anatomik gösterimi (Oğuz ve diğ. 2004).

1.8. Periferik Sinir Yaralanmalarında Cerrahi

Travmatik el yaralanmalarında elde hasarlanan dokulara çoğunlukla cerrahi onarım uygulanmakta ve hastalar cerrahi sonrası rehabilitasyon programına başlatılmaktadır. Elde edilecek başarıda cerrahın becerisi kadar uygulanacak rehabilitasyon protokolünün seçimi de önemlidir (Uysal ve diğ. 2007). Sinir rejenerasyonunu etkileyen en önemli ve kontrol edilebilir faktör, uygulanan cerrahi tekniktir. Uygun zamanlama ile mikroskop altında, uygun suture materyali ve teknik kullanıldığında en az doku reaksiyonu ile iyileşme sağlanacaktır (MacKinnon ve Dellon 1989).

Sinir onarımı zamanlamasına göre dörde ayrılabilir. **Primer onarım**, yaralanmadan sonra saatler içinde yapılan onarımdır. 5–7 gün içinde yapılan onarıma **gecikmiş primer**

onarım, bir haftayı geçen onarımlara **sekonder onarım**, üç aydan sonra yapılan onarıma ise **geç sekonder onarım** adı verilir. Yapılan çalışmalar ile yaralanma sonrası primer onarımın, gecikmiş onarımlara üstünlüğü gösterilmiştir (Avcı G. ve diğ. 2002).

1.9. Periferik Sinir Yaralanmalarında Değerlendirme

Periferik sinir yaralanmalarından sonra gelişen olayları; sempatik, duyu, motor, olarak değerlendirebiliriz.

1.9.1. Sempatik Fonksiyonların Değerlendirilmesi

Vazomotor Değişiklikler: Vazomotor fonksiyon ısı, renk değişiklikleri ve ödem olarak kendini göstermektedir. Komplet lezyonlardan sonraki ilk 2-3 hafta, inkomplet lezyonlarda daha uzun süre deri dokunulduğunda sıcaktır. Hemen ardından soğukluk dönemi izler; hastada soğuk intoleransı gelişir. Soğuk intoleransı denerve olan alandan yukarı doğru kayıp tüm ele yayılır ve reinnervasyon ile dolaşım normale döndükten sonra düzelmektedir. Muayenesi elin dorsumu ile yapılır. Ödem dolaşımın azalmasına bağlıdır ve brakial pleksus lezyonlarında daha sıktır (Oğuz ve diğ. 2004).

Sudomotor Değişiklikler: Sinir yaralanmalarında cildin nemini kaybetmesi, kuruluğu ve bunla beraber olarak direncinin düşmesi önemli bir sorundur. Mevcut bu kayıplara duyu kaybımında eklenmesi ile cilt yaralanmaya yatkın bir duruma gelmektedir. Cildin terlemesi palpasyonla değerlendirilebildiği gibi hidrometre ve sudometre ile de değerlendirilebilir (Fırat 2005).

Pilomotor Değişiklikler: (tüylerin dikenleşme cevabında azalma) Bir uyarıya karşı tüylerin diken diken olmaması o alanda sempatik desteğin tamamen yok olduğunu gösterir.

Trofik Değişiklikler: Normal sinir desteğinin bozulması dokunun beslenmesini bozar. Deriden kemiğe kadar tüm dokularda bir miktar atrofi meydana gelir. Beslenmenin azalması ile deri yapısında, parmak uçlarında, tırnaklarda, kıl büyümesinde değişiklikler olur, yaralanma riski artar ve iyileşme yavaşlar (Oğuz ve diğ. 2004).

1.9.2. Duyu Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi

Dokunma duyusu periferik bir uyarının basit algısından dokunulan objeye ait birçok özelliğe (boyut, sert, yumuşak, ıslak, tırtıklı vs.) dokunulan yüzeyin detaylı yapısına kadar

uzanan geniş bir kavramdır. Dokunma duyusu elde reseptörlerden başlayarak beyinde somatosensoryal kortekste sonlanan bir fonksiyondur. Elde periferik sinir onarımları sonrası duyu değerlendirmesi üç ana başlıkta toplanmaktadır.

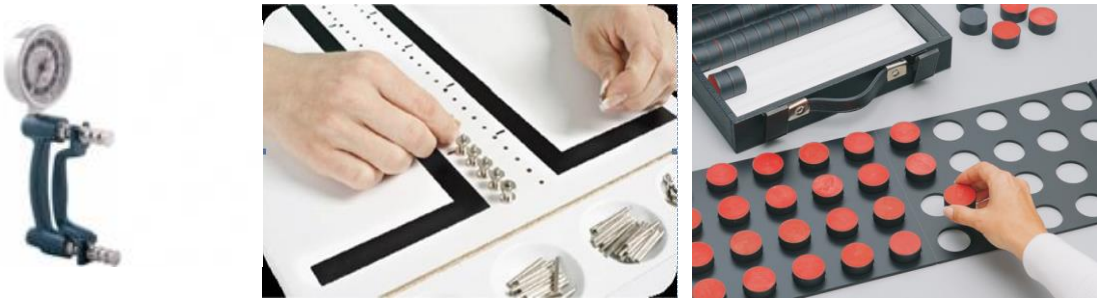
Duyu Eşik Testleri: Bu testler dörtklasik kutanöz fonksiyon olan ağrı, sıcak-soğuk, hafif dokunma ve basınç, vibrasyon duyusunu değerlendirmektedir.

Fonksiyonel Testler: Günlük aktiviteler için önemli olan bu testler yüksek algı gerektiren bütünleyici testler olarak düşünülür. Duyunun kalitesi hakkında bilgi vermektedir (statik ve hareketli 2 nokta ayrımı testi, Jebson-Taylor El fonksiyon Testi (JTEFT), Moberg toplama testi).

Objektif Testler: Bu testler hastanın aktif katılımının gerekli olmadığı, subjektif ifadeye dayalı olmayan testlerdir. Fonksiyonel sinir iyileşmesi hakkında bilgi vermez. (Ninhidrin terleme testi, O'Rain kıvrım testi) (Oğuz ve diğ. 2004).

1.9.3. Motor Fonksiyonların Değerlendirilmesi:

Motor gelişimi izlemek için eklemlerin pasif ve aktif hareket genişlikleri ölçülür. Ayrıca elin kavrama gücünü objektif olarak değerlendirmek için Jamar Dinamometre kullanılmaktadır. Sinir rejenerasyonu sırasında el fonksiyonlarının kantitatif değerlendirmesi için çeşitli standardize edilmiş testler tanımlanmıştır (Purdue Pegboard, Minnesota Rate of anipulation Bennet testi) (Bek 2005)



Çizim 1.5: Jamar, Purdue Pegboard ve Minnesota Testleri

1.10. Periferik Sinir Yaralanmalarında Rehabilitasyon

Sinir lezyonu sonrası tedavinin hedefleri; motor fonksiyonu ve duyuyu düzeltmek, iyileşme için geçen süreyi minimuma indirmek, fonksiyonel iyileşmeyi arttırmak, sinir

iyileşme döneminde tüm üst ekstremite eklemlerinde EHA'yı korumak ve gecikmiş tamirlerde preoperatif bakım sağlamaktır (Oğuz ve diğ. 2004) bunun için;

- Ödem, ağrı ve enflamasyon kontrolünün sağlanması,
- Eklem mobilitesinin daima korunması,
- Etkilenen kasın aşırı geriliminin önlenmesi,
- Sağlam kasların kuvvetinin korunması,
- Etkilenen kasın kontraktıl özelliğinin sürdürülmesi,
- Atrofilerin önlenmesi,
- Deformite oluşumun engellenmesi,
- Duyu re-edükasyonunun sağlanması,
- Fonksiyonun korunması, sürdürülmesi ve artırılması,
- Hastanın eğitiminde yaralanmış ekstremiteyi koruma, hareket konusunda cesaretlendirme, duyuşal değışikliklere adaptasyon gibi konulara eğilim gerekir (Bek 2005).

Ödem, Ağrı ve Enflamasyonun Kontrolü: Sempatik vasomotor kontrolün kaybı direkt olarak değıştirilemese de, kayıpdan kaynaklanan ödemle mücadele edilebilir. Primer tedavi, uzun süreli aynı pozisyon ve ekstremiteyi ihmalden dolayı ödeme neden olabilecek konularda hastayı eğitmek olmalıdır. Ödemi azaltmak masaj, kompresyon ve elevasyon, gerektiğinde intermıttent kompresyon cihazını içeren yöntemler ile başarılabilir. Bu teknikler, ekstremitede venöz ve limfatik dönüşe yardımcı tekniklerdir (Buschbacher 1996, Reid 1992).

Periferik sinir yaralanması sonrasında nöropatik ağrı, oldukça fazla görülen algısal bir bozukluktur. Ağrı tedavisinde farmakolojik tedavi (pregabalin, gabapentin gibi), transkütanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS) kullanılmaktadır (Sarhuş 2010). Ödem, ağrı ve enflamasyonun kontrolü için, masaj, sıcak/soğuk uygulamalar, enterferansiyal akım, diadinamik akım, kompresif bandaj ve giysilerde kullanılabilir (Bek 2005).

Etkilenen kasın asiri geriliminin önlenmesi: Ortezler, rejenerasyonun erken dönemlerinde, sinirin aşırı gerilmesini önleyerek deformiteleri en aza indirmek ve eklem kontraktürlerini önlemek amacıyla rejenerasyonun ileri dönemlerinde ise kaybolan motor kontrolü kompanse etmek için kullanılmaktadır (Sarhuş 2010).

Ortez kullanımının amaçları:

- Denerve kasınaşırı gerilimden korunması

- Eklem kontraktürlerinin önlenmesi
- Kompansasyon paternlerin gelişiminin önlenmesi
- Ekstremitenin fonksiyonunun desteklenmesi
- Post-operatif durumlarda koruma, pozisyonlama

Sağlam kas kuvvetinin ve etkilenen kasın kontraktil özelliğinin korunması:

Periferik sinir yaralanmasında, kas gücünü korumak ve arttırmak için kuvvetlendirme egzersizleri gerekmektedir. Kas zayıflığının %60'dan çoğu kullanmama atrofisine bağlıdır. Kas gücünün eser (1/5) ya da zayıf (2/5) olduğu durumlar için uygun olan kuvvetlendirme tipi izometrik kuvvetlendirmedir. Yer çekimine karşı eklem hareketi kazanıldığında izometrik egzersizlere ek olarak tüm eklem hareket açıklığı boyunca kuvvet artışı sağlayacak egzersizler kullanılmalıdır. İzotonik egzersizler, hareket hızı değişsin ya da değişmesin eklem hareket açıklığı boyunca sabit bir ağırlığı hareket ettirmeyi kapsar. Tedavi sonrasında kuvvette azalma veya günlük aktiviteleri yerine getirme yeteneğindeki kayıp, egzersizin fazla yapıldığının göstergesidir. Bu durumda, hedefler düşürülmeli ve günlük aktiviteler yapılabildiği kadar ertelenmelidir. Kas kasılma hızının mekanik bir cihazla kontrol edildiği izokinetik kuvvetlendirmede ise her açıda değişken bir direnç olması nedeniyle maksimal kasılma ve optimal güçlenme sağlanmaktadır (Sarhuş MÖ.2010).

Atrofi ve deformite oluşumunun engellenmesi: Periferik sinir yaralanmalarının rehabilitasyonu boyunca kas kuvvetinin korunması, artırılması ve deformite oluşumunun önlenmesi konusunda farklı egzersiz yöntemleri kullanılmaktadır:

- Pasif EHA,
- Aktif EHA,
- Asistif egzersizler,
- PNF teknikleri, kısa arklı izometrik egzersiz,
- Kuvvetlendirme teknikleri,
- Germe teknikleri,
- Sinir mobilizasyon teknikleri,
- Eklem mobilizasyon teknikleri,
- Özel ekipman ile yapılan egzersizler,
- İş simülasyonları,
- Günlük yaşam aktiviteleri eğitimi.

Kasta immobilizasyona bagli oluşan atrofiyi erken dönemde önlemek, rejenerasyonu hizlandirmak için Elektrik stimülasyonu uygulanabilir (Bek 2005).

Pasif EHA'nın sağlanması kontraktür gelişimini geciktirerek iyileşmeyi kolaylaştırmaktadır. Pasif EHA egzersizlerine hemen başlanması gerekmektedir. Günde en az 1-2 seans, her seansta 10-15 tekrar ve son noktada 10-15'e kadar sayarak tutulması gerekir. Kas gücü geliştiğinde aktif EHA egzersizlerine geçilir (Sarhuş 2010, Viqnos PJ 1983). EHA'nın korunması ve arttırılması için germe egzersizleri önemlidir. Germe, ağrı noktasını ancak hafifçe geçmeli germenin durdurulmasıyla ağrı hızla dinmelidir. Konnektif doku kontraktürlerini düzeltmek için germe öncesinde doku ısısını arttırmak için ısıtma yöntemleri kullanılmaktadır. Tendonda, uzun süreli germe kısa süreli germeye oranla, düşük kuvvette gerilme yüksek kuvvette gerilmeye göre eklem hareket açıklığında daha fazla artışa sebep olmaktadır. Isıtma sırasında gerilme, ısıtma bittikten sonraki gerilmeye göre daha fazla uzunluk artışına yol açmaktadır (Sarhuş 2010).

Desensitizasyon: Hastaya etkilenmiş alanda meydana gelebilecek bir yaralanmadan kaçınması ve bu alanı düzenli olarak kontrol etmesi öğretilmelidir. Tedavide, uygun çalışma pozisyonu, çeşitli duyuusal uyarıların tanıtımı, uyarıların tekrarı, hastanın seviyesine göre düzenleme gibi faktörler dikkate alınmaktadır (Stockert 1995, Stillwell ve Thorsteinsson 1993). Hiper sensitivite (aşırı duyarlılık) ya da hiperestezi, normalde zararlı olmayan taktil veya termal uyarılara karşı gösterilen aşırı hassasiyet, rahatsızlık veya irritabilite olarak tanımlanmaktadır. Bu aşırı hassasiyet, elin sürekli korunarak kullanılmamasına ve fonksiyonel gelişmesinin olumsuz yönde etkilenmesine yol açar. Bu nedenle erken dönemde tedavi edilmelidir. Tedavide amaç aşırı hassas olan bölgeye hastanın tolere edebileceği şekilde giderek artan oranlarda taktil uyarı vererek desensitizasyonu yani hipersensitivitenin azaltılmasını sağlamaktır (Oğuz ve diğ. 2004).

Aşırı duyarlı bölgeler için uygulanan duyarsızlaştırmaya (desensitizasyon) duyu eğitiminden önce başlanır. Günde 3-4 defa tekrarlanan 5-10 dakikalık seanslar en az irrite eden uyarı ile (vibratör) aşırı duyarlılık giderilmeye çalışılır. En az irrite edenden başlamak üzere, değişik cisimler (pamuk, yn, keçe, terikoton, velkro, zımpara kağıdı) aşırı duyarlı yerlerde gezdirilir.



Çizim 1.6: Desensitizasyon Tedavisinde Kullanılan Objeler

Downey El Merkezinde geliştirilmiş olan “Üç Fazlı El Hipersentizasyon Testi” bu amaçla kullanılan en yaygın testtir. Hipersentizasyon testi kiti üç gruptan oluşur:

- Uçları farklı tipte taktil uyarı veren kumaşlarla (keçe, kadife, sert sünger gibi) kaplanmış 10 adet çubuk.

- On farklı immersiyon partikülü (pamuk, çakıl taşları, mısır, pirinç, fasülye, makarna tanecikleri gibi). Partiküller hastanın elini içine rahatça batırabileceği 10 ayrı kaba konmuştur.

- Saniye de verdikleri uyarı sayısı farklı iki vibratör.

- Önce hipersensitiviteli elin bu çubuk ve partiküllerle teması sağlanarak hastanın çubuk ve partikülleri kendisini rahatsız etme derecesine göre sıralaması istenerek eldeki hipersensitivitenin değerlendirilmesi yapılır. Daha sonra en az rahatsız eden çubuk ve partikülden başlanarak, günde 3-4 kez, her seferinde 10 dakika olmak üzere desensitizasyon tedavisi uygulanır. Uygulanmakta olan çubuk ve partikül kümesine desensitizasyon sağlanınca bir üst sıradakine geçilir. Aynı zamanda uyarı şiddeti giderek artan vibrasyon uygulaması da yapılır. Tüm çubuk, partikül grupları ve vibrasyon uyarılarına desensitizasyon geliştiğinde uygulama sonlandırılır (Küçükdeveci 2000).

- Desensitizasyon tedavisinde önerilen diğer tedavi yöntemleri masaj, TENS, fluidoterapidir (Oğuz ve diğ. 2004).

HastanınEğitimi: Hasta eğitiminde, fonksiyonel düzelmeyi arttırmak ve duyu ihmalinden kaynaklanacak olan ikincil yaralanmalardan kaçınmak önemli kuraldır.

- Hastanın duyusu azalmış veya kaybolmuş bölgeyi yaralanmalara karşı nasıl koruyacağı öğretilir.

- Erken dönemde mümkün olduğunca aktif hareket yapmaya teşvik edilir.

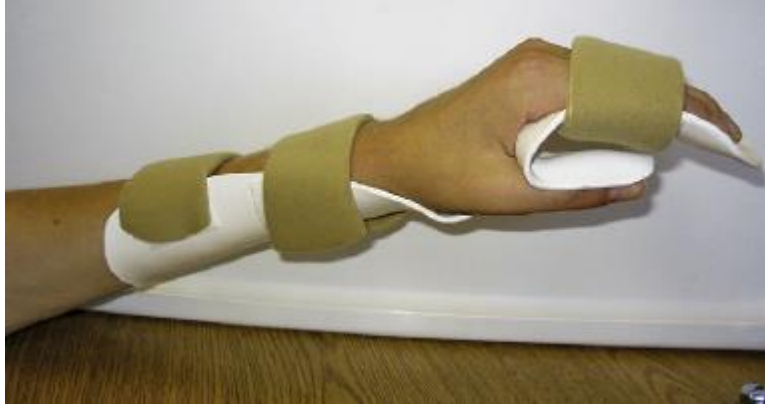
- Ödem, ağrı ve hareket kaybı gelişmesi durumunda hekime başvurması istenir.
- Rejenerasyon sırasında gelişen hipersensitivite nedeniyle hasta bölgeyi immobilize etmesi öğütlenir (Oğuz ve diğ. 2004).

Sinir Lezyonu Tamir sonrası Postoperatif Tedavi:

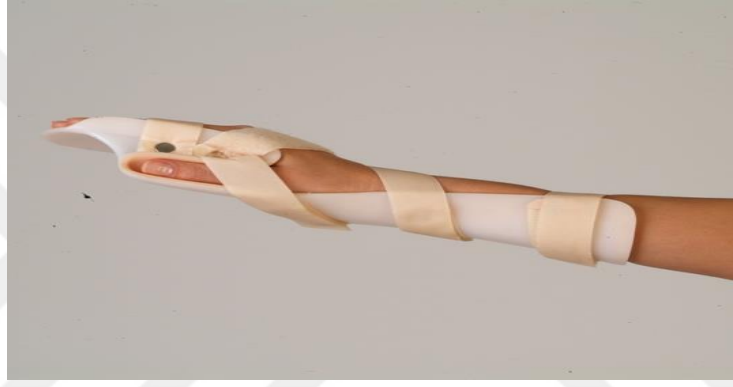
- Bilek 30 fleksiyonda, başparmak abduksiyonda (median sinir hasarında) olmak üzere 3 hafta süreyle dorsal atelde tutulur.
- İkinci haftada: Dikşler alınır. Skar doku masajına başlanır. Parmaklara aktif ve pasif fleksiyon/ekstansiyon yaptırılır. El yukarıya kaldırılarak ve sağlam eklemlere aktif hareket yaptırılarak ağrı, ödem ve inflamasyonla mücadele edilir.
- Üçüncü hafta: Bilek nötrale getirilir, yanma, elektriklenme olup olmadığı kontrol edilir. Hissiz bölgeler konusunda hasta uyarılır.
- Dördüncü haftada: Bilek ekstansiyonu ve diğer eklem hareket açıklıkları aktif ve pasif olarak arttırılır. Çeşitli boyut ve şekildeki cisimler tutulmaya çalışılır.
- Beşinci haftada: Atele sadece gece devam edilir. Çocuklar ateli bir hafta daha kullanmalıdır (Farrell 1993, Wilgis 1988). Bilek ekstansiyonu ile birlikte parmak ekstansiyonu çalıştırılır. Sekizinci haftadan itibaren 12. Haftaya kadar elin gücü arttırılır.
- Deformiteleri ve kontraktürleri önlemek için median sinir hasarında (C- barlı) Ulnar sinir hasarında lumbrikal barlı siplint kullanılır (Colditz 1990).



Çizim 1.7: Median sinir hasarında C barlı siplint



Çizim 1.8: Ulnar sinir hasarında lumbrikal barlı splint.



Çizim 1.9: Radial sinir hasarında düşük el splinti

1.10.1. Duyusal Yeniden Eğitim

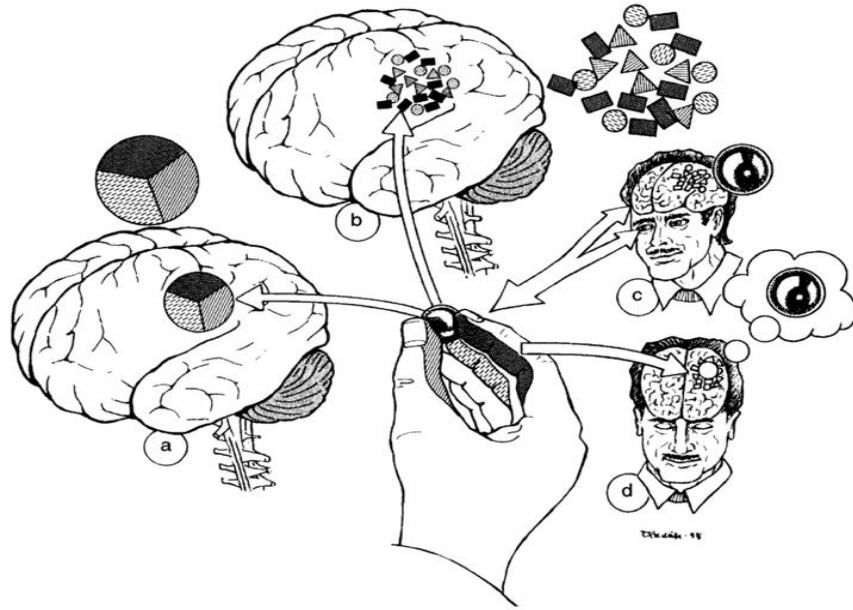
Vibrasyon duygusu 256 Hz'e ulaşıncaya veya parmak uçlarında hareketli ve sabit dokunma duygusu ayırt edilince duyu eğitimine başlanır (Waylett-Rendall 1988).

Hastalar önce dokunmanın şiddetini, süresini ve şeklini görsel olarak izler. Sonra gözlerini kapatır ve hissin kendisine konsantre olur. Son olarak da, duysal hissi sözle ifade eder. Her seans kısadır ve egzersizleri doğru yapabilmek için büyük bir mental konsantrasyon gerektiğinden sadece 10-15 dakika sürer. Duyusal alandaki gelişmeler ile birlikte üç boyutlu cisimlerin tanınması ve algılanmasına yönelik çalışmalar ile günlük yaşam aktiviteleri çalışılır (Sarhuş MÖ. 2010).



Çizim 1.10: Üç boyutlu cisimlerin algılanmasına yönelik çalışmalarda kullanılan objeler

Cerrahi onarımın amacı olabildiğince fazla periferik sinir lifinin kutanöz alana ulaşmasını sağlamaktır. Bunun yanında elin beyinde çok gelişmiş olarak temsil edilmesi de dikkate alınmalıdır. Sinir onarımının yapıldığı erken dönemde periferden somatosensoriyel kortekse duysal girdi olmadığı için elin beyindeki haritası bozulmaya başlar (Kaas ve Merzenich 1983).



Çizim 1.11 Periferik sinir onarımından sonra yeniden duysal eğitim ilkeleri (Lundborg 1999).

- a) Median sinir onarımından sonra duyuusal yeniden eğitim ilkeleri.
- b) Sinir hasarı olmayan bir kişinin (el haritası) gösterimi. Sinir tamirinden fonksiyonel reorganizasyon ve yanlış yönlendirilmiş sinir liflerinin yeniden büyümesi ile el haritasının değişimi.
- c) Görsel ve duyuusal bilgi girdileri sayesinde beyin tekrar öğrenir.
- d) Görsel ve duyuusal bilgi girdileri sayesinde beyin tekrar öğrenir.

Duyusal yeniden eğitim, nesnelere ve motor hareketin zihinde sezilme yeteneği şeklinde tanımlanan “görsel imajinasyon” ile başlar. Bir hareketin hayal edilmesi ile premotor korteksi aktive edebilmektedir. Elle yapılan aktivitelerin gözlenmesi, işitilmesi, okunması gibi söz konusu aktiviteyi çağrıştıran her türlü duyuusal girdi sayesinde premotor kortekste ayna nöronlar uyarılmaktadır (Kaplan ve diğ. 2011). Hastaya yeni duyuuların ne olduğunu öğretme ve bu duyuuların eski duyu hafızası ile ilişkisini kurmayı öğretme temeline dayanır.

1.10.2. Ayna Tedavisi

Ramachandran’ın geliştirdiği ayna tedavisi görsel-dokunsal (taktil) ilişki yoluyla somatosensöriyel korteksi aktive eden yöntemlerden biridir.

Beyin ile ilgili yapılan çalışmalardan nöronların yaklaşık % 25’inde ayna özelliği olduğu bildirilmiştir. Ayna nöronlar, bir aktiviteyi izlerken, yaparken veya imgelerken ateşlenen ara nöronlardır. Bir motor aktiviteyi gerçekleştirmek için o aktiviteyi izlemenin başarıyı arttırdığı ayna nöronların etki mekanizmasıyla açıklanmıştır (Rizzolatti ve Craighero 2004).

Ayna tedavisi yönteminde kişinin ayna yardımıyla sağlam taraf hareketlerinden faydalanılarak ağrılı veya hareket kısıtlılığı olan bölge için normal algı geliştirmesi hedeflenmektedir. Bunu sağlamak için kişinin sağlam taraf uzvu aynanın önünde iken hasta taraf uzvu aynanın arkasına yerleştirilmektedir. Böylelikle kişi sağlam elinin aynadaki yansımasıyla hasta elini sağlammış gibi algılar ve sağlam taraf hareketlerini ayna karşısında yaparken hasta taraf için normal değerlerde ve ağrısız hareket yapma hissi oluşturulmuş olur. Ayna tedavi yöntemi özellikle amputelerde fantom ağrısının tedavisi, periferik sinir yaralanmaları sonrasında duyu ve motor kayıpların rehabilitasyonu, inme sonrası motor ve duyu kazanımlarının sağlanması, kronik ağrı ile baş edebilmek için klinikte uygulanan bir tekniktir (Moseley ve Flor 2012).

Sonuç olarak ayna tedavi yönteminin kullanılması ile birlikte görsel yollar yardımıyla proprioseptif duyuların artırılmasını hedefleyen, motor performansla ilgili görsel geri bildirim veren, uygulanan eğitimin veya terapinin etkisini arttıran bir tedavi programı uygulanmış olur (Ramachandran ve diğ. 1995, Moseley ve diğ. 2008). Görsel girdiler, beyinde öğrenmenin birincil olarak sorumlu olduğu premotor alanda yeniden organizasyonunu sağlamaktadır (Ramachandran ve diğ. 1995). Duyusal sinyallerin ve motor performansın artması sağlanarak ve öğrenilmiş kullanılmamanın önüne geçilerek nöroplastisitenin hızlanması yönünde etkili bir yöntem olarak tercih edilmektedir.



Çizim 1.12: Ayna tedavisinin uygulanması

2. AMAÇ

Bu çalışmada, elde periferik sinir yaralanması olan hastalarda konvansiyonel rehabilitasyon ve iş-uğraşı uygulamalarına ek olarak yapılan ayna tedavisinin ağrı, duyu ve fonksiyonel gelişme üzerine olan etkinliğinin araştırılması amaçlanmıştır.

3. YÖNTEM

3.1. Hasta Seçimi

Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim dalı El rehabilitasyon polikliniği'nde takipli Kasım 2017- Mayıs 2018 tarihleri arasında periferik sinir hasarı tanısı almış ve cerrahi sonrası post-op 4. haftasını doldurmuş olan 36 hasta değerlendirildi. Çalışmaya;

- a) 15-65 yaş aralığında,
- b) Bilek ve 10 cm yukarisından periferik sinir yaralanması nedeniyle erken dönem cerrahi onarım yapılmış hastalar dahil edildi.
- c) İletişim problemi ve bilişsel yetersizliği olan, kas-iskelet sistemi ile ilişkili ek nörolojik, romatolojik vb hastalığı olanlar ile çoklu travmaların eşlik ettiği hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Çalışma kriterlerine uygun 26 hasta basit kura yöntemi ile 2 gruba (ayna tedavi grubu-kontrol grubu) ayrıldı.

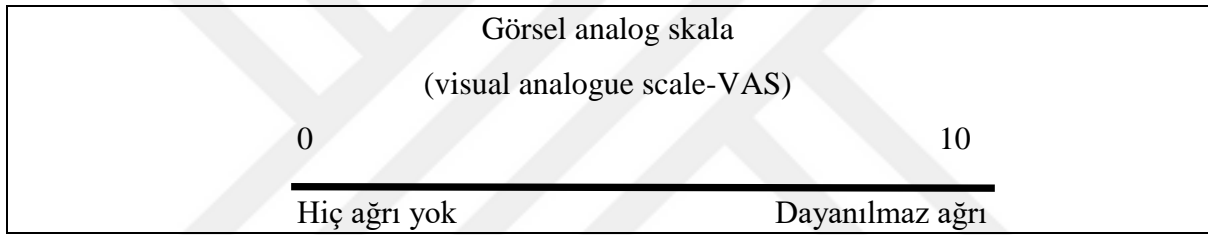
Çalışma protokolü Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurul'u tarafından 20/09/2017 tarih KAEK 2017/243 numara 2017/12.13 karar no ile onaylandı. Ayrıca çalışma GOKAEK-2017/12.13 2012/243 protokol numarası ile Clinical Trials'e kaydedilmiştir.

3.2. Değerlendirme ve Yöntem

Tüm hastaların cinsiyetleri, yaşları, dominant ekstremiteleri, yaralanma tipleri, yaralanmadan sonra geçen süreleri (hafta), eşlik eden yaralanmaları, ilgili cerrahi tedavileri kaydedildi. Hastaların kliniğe ilk başvuruları ile rehabilitasyonu takiben 5-12. hafta kontrollerinde motor ve duyu muayeneleri yapıldı. Hastalarda ağrı düzeyi Görsel Ağrı Skalası (GAS) ile, el kavrama kuvveti Jamar Dinamometre ile, aktivite katılım düzeyleri Duruöz El İndeksi (DEİ) ve Kol, Omuz, El yaralanma sorunları hızlı anketi (Q-DASH)

anketi ile, el beceri fonksiyonları Jebsen-Taylor El Fonksiyon Testi (JTEFT) kullanılarak, duyu eşiği ise Semmes-Weinstein Monofilament Testi (SWMT) ile değerlendirildi. El kavrama kuvveti dışındaki tüm değerlendirmeler tedavi öncesi (postoperatif 5. Hafta) ile tedavi sonrası (postoperatif 12. hafta) aynı terapist tarafından yapıldı.

Çalışmamızda hastaların ağrı şiddeti tedavi öncesi ve tedavi sonrası kontrollerde GAS ile değerlendirildi. Bu ölçek eşit aralıklar ile bölünmüş 10 cm uzunluğunda horizontal bir doğrudan oluşmaktadır (0=ağrı yok ve 10=dayanılmaz ağrı) (Scott ve Huskisson 1976, Stannard ve Booth 1998). Hastaya işlem anlatıldıktan sonra, hastadan hissettiği ağrı şiddetine karşılık gelen noktayı bu doğru üzerinde işaretlemesi istendi. İşaretlediği noktanın 'ağrı yok=0' noktasına olan uzaklığı santimetre olarak ölçülerek hastanın ağrı şiddeti olarak kaydedildi.



Çizim 3.1: Görsel Analog Skala

Hastaların motor değerlendirmelerinde el kavrama kuvveti Jamar Dinamometre ile postoperatif 8. Hafta ile tedavi bitiminde değerlendirildi. Ölçümler el tedavis masasında omuz addüksiyon, dirsek 90° fleksiyon, önkol nötral pozisyonda, el bileği 0-30 ekstansiyon pozisyonunda iken üç tekrarlı olarak yapıldı. Üç ölçümün aritmetik ortalaması kg cinsinden el kuvveti olarak belirlendi (Pedretti 1996, Dellon 2000, Kozin ve diğ. 1999). Ölçümler standardizasyon amacıyla tüm hastalara dinamometrenin ikinci aralıkta yapıldı.



Çizim 3.2: Jamar Dinamometresi ile el kavrama kuvvet ölçümü

Hastaların Aktivite Katılım ilişkisi düzeyi DEİ ve Q-DASH ile ölçüldü. Çalışmamızda hastaların aktivite katılım ilişkisi düzeyini ölçmek için DEİ ve Q-DASH doldurulmadan önce hastalara anketler ile bilgi verilip anketleri doldurmaları istendi. Toplam skorlar kaydedildi. Tüm soruların cevaplandırıldığından emin olmak için hastanın yanında refakat edildi.

DEİ 18 soru ile hastaların ellerinin performansını test eden ve hastanın cihaz ya da kişi yardımı olmaksızın yaşadığı zorlukların seviyesini tanımlayan ankettir. Özellikle romatoid artritli el için spesifik olarak geliştirilmiş, Türkçe geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmış bir değerlendirme anketidir (Duruöz ve diğ. 1996). Likert skalasında her cevap 0 ile 5 beş arası puan alır (0: hiç zorluk çekmeden, 1: çok az zorlukla, 2: biraz zorlukla, 3: çok zorlukla, 4: hemen hemen imkansız, 5: imkânsız) ve toplam puan 0-90 arasındadır. Yüksek puan kısıtlılığın fazla olduğunu gösterir (Duruöz ve diğ. 1996).

Q-DASH; Üst ekstremitte yaralanmalarında meydana gelen aktivite kısıtlılıklarını, özü ve boş zaman aktiviteleri ve işe katılımın kısıtlılıklarını değerlendirmek amacı ile DSÖ modeli temel alınarak Amerikan Ortopedik Cerrahi Akademisi (A.A.O.S.) tarafından 1994'te geliştirilen bir ankettir (Şahin ve diğ. 2013). Hastalardan her soruya 1-5 puan aralığında değer vererek (1: zorluk yok, 2: hafif derecede zorluk, 3: orta derecede zorluk, 4: aşırı zorluk, 5: hiç yapamama) cevaplaması istenir ve hastanın verdiği değer kaydedilir. Q-DASH skorunu hesaplamak için;

Q-DASH skoru: $\left(\frac{n \text{ toplam puan}}{n} - 1 \right) \times 25$ formülü kullanılır. (n = Toplam soru sayısı)

Hastaların günlük yaşamdaki elbecerisini değerlendirmek için güvenilirliği kanıtlanmış, aşağıdaki yedi alt testten oluşan JTEFT kullanıldı.

JTEFT

- a. Yazı yazma (20 kelime)
- b. Beş sayfa çevirme ya da beş adet kartı (12,7 cm x 7,5 cm) alt üst çevirme
- c. Altı küçük objeyi (iki para, iki ataç, iki gazoz kapağı) masadan alıp bardağa koyma
- d. Dört nesneyi üst üste koyma
- e. Tabaktaki beş nesneyi kaşıkla bir kutuya aktarma
- f. Beş tane boş konserve kutusu kavrayıp kaldırabilme
- g. Beş tane dolu (450 gr) konserve kutusunu kavrayıp kaldırabilme

Hastalara yazı yazma aktivitesi hariç diğer 6 aktivite standardize edilerek uygulandı. Tüm değerlendirmeler test objelerinin masa üzerindeki pozisyonlarının işaretlendiği bir laboratuvar masasında yapıldı. Bireyler yüksekliği ayarlanabilir bir sandalyede dik oturacak ve yüzü masaya dönük olacak şekilde pozisyonlandı. Sandalyenin yüksekliği hastanın önkolu masa yüzeyine paralel olacak şekilde ayarlandı. Test uygulamadan önce bireye terapist tarafından anlatıldı ve anladığından emin olundu. Tüm değerlendirmelerde aynı materyaller kullanıldı (Çizim 2.2.3.). 6 aktivite çalışma ve kontrol grubuna aynı terapist tarafından uygulandı.



Çizim 3.3: Jebsen Taylor El Fonksiyon Testi Materyalleri


Her aktivite arasında bireyler 1 dakika dinlendirilerek belirlenen 6 aktiviteyi yapma hızı standart kronometre ile ölçüldü. Başlangıç ve bitişleri arasındaki süre saniye olarak kaydedildi. Sayfa çevirme aktivitesinde 12,5x7,5 cm. ebatlarında 5 adet standart kart kullanıldı ve hastaya bu kartları istediği yöne doğru çevirmesi ve düzgün olarak

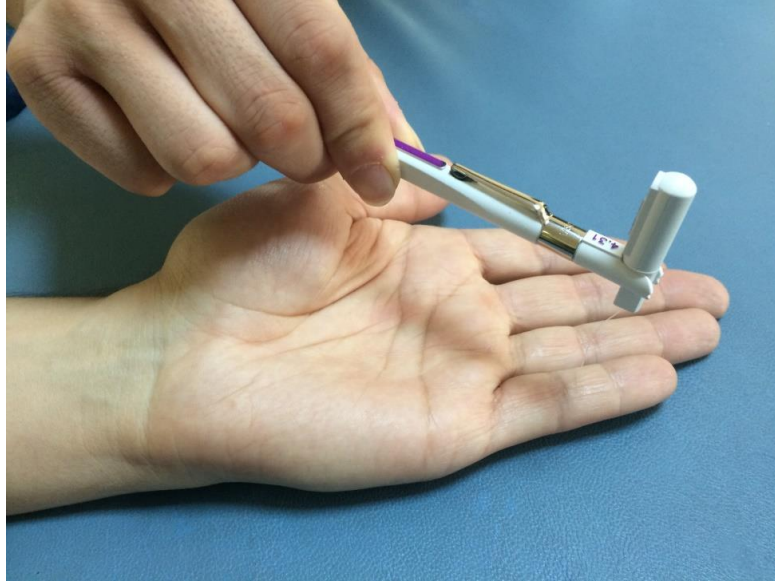
pozisyonlaması söylendi. Küçük nesnelere kutuya atmak aktivitesi olarak 2 adet ataç, 2 adet bozuk para, 2 adet gazoz kapağından oluşan 6 küçük nesne kullanılarak hastanın bu nesnelere kutuya yerleştirilmesi istendi. Beslenme aktivitesi için 5 adet fasulye tanesi bir test tahtasına yerleştirildi ve hastaya bir çay kaşığı yardımıyla fasulyeleri tek tek test tahtasından alıp kutuya atması söylendi. Dama pullarını üst üste sıralamak aktivitesinde 4 adet standart ölçülü kırmızı dama kullanıldı ve hastadan damaların yerleştirilmiş olduğu test tahtasından alınarak üst üste dizilmesi istendi. İri-hafif nesnelere kaldırmak aktivitesinde hastadan 5 adet içi boş silindirik kabı (50 gr. ağırlığında) test tahtasının ön tarafından alıp arka tarafına koyması, iri-ağır nesnelere kaldırmak aktivitesinde ise 5 adet içi dolu (432 gr. ağırlığında) silindirik kabı test tahtasının ön tarafından alıp arka tarafına koyması istendi.

Hastaların duyu eşik değeri değerlendirilmede SWMT'nin 5 monofilamentli versiyonu ile ölçümler yapıldı (Çizim 2.2.4). Hastaya yapılacak olan işlem detaylı olarak anlatıldı. Test hastaya uygun masada eli masa üzerinde gözleri kapalı olarak yapıldı. Test sırasında hastanın kooperasyonu ve dikkatini bozacak sesli uyaranlardan izole bir odada uygulandı. Median sinir için 1. parmak ucu, 2. parmak ucu ve 2. parmağın proksimal falanks üzeri, ulnar sinir için 5. parmak ucu, 5. parmağın proksimal falanks üzeri ve hipotenar bölgenin proksimali test edildi. Testte inceden kalına doğru, ilk iki monofilament bir noktaya üç kez uygulandı, diğer kalın filamentler ise birer defa uygulandı. Hastanın hissettiği monofilament değeri toplanarak kaydedildi. Skoring sisteminde her bir monofilamana ait puanlar şu şekildeydi; Median ve ulnar sinir en yüksek toplam puan 15 olarak kabul edildi.

Çizim 2.2.4: Semmes Weinstein Monofilament Testi (SWMT)

Yorum	Filament	Sonuç
Normal	2.83	5
Azalmış Hafif Dokunma	3.61	4
Azalmış Koruyucu Duyu	4.31	3
Koruyucu Duyu Kaybı	4.56	2
Derin Basınç Hissei	6.65	1
<i>Yanıt yok</i>	0	0





Çizim 3.4: Semmes Weinstein Monofilament Test Uygulaması

3.3. Tedavi

Çalışmaya dahil edilen tüm hastalar gerekli klinik takipleri yapıldıktan sonra kliniğimizde 6 hafta süresince hergün 45 dakika konvansiyonel tedavi ve hasarlanan sinire uygun belirlenen iş-uğraşı programına alındı. Ayna grubundaki hastalara bu tedavilere ek olarak haftada 5 gün 15 dakika süreyle ayna tedavisi uygulandı. Duyu kaybı belirgin olan hastalara, o bölgeyi yaralanmalara karşı korumaları gerektiği hakkında bilgi verildi.

Ayna tedavisi, hastalar masada oturur pozisyonda iken vücut orta hattına gelecek şekilde ayna düzeneği (45×60 cm) yerleştirilerek uygulandı. Etkilenen ekstremitesi düzeneğin arkasında (ayna arkasında), sağlam ekstremitesi ise aynanın yansıtıcı yüzeyinin önünde kalacak şekilde her iki üst ekstremitte pozisyonlandı. Hastalardan yaralanan periferik sinirin motor fonksiyonuna göre belirlenen aktiviteleri sağlam taraf ekstremitesi ile ayna karşısında gözlem altında periyodik olarak yapmaları istendi. Hastalardan belirli aralıklarla günlük hayatında sık kullandığı çeşitli şekil, büyüklük, yüzey ve ağırlıktaki objeleri (anahtar, bozuk para, çakmak, telefon vs.) gözleri açık-kapalı, her iki eli ile tecrübe ederek sonra etkilenmiş eli ile tanıması istendi. Hastaların dikkati dağıldığında ve rahatsız edici his oluştuğunda tedaviye ara verildi.

Yaralanan periferik sinirin motor fonksiyonuna göre belirlenen aktiviteler şu şekilde idi;

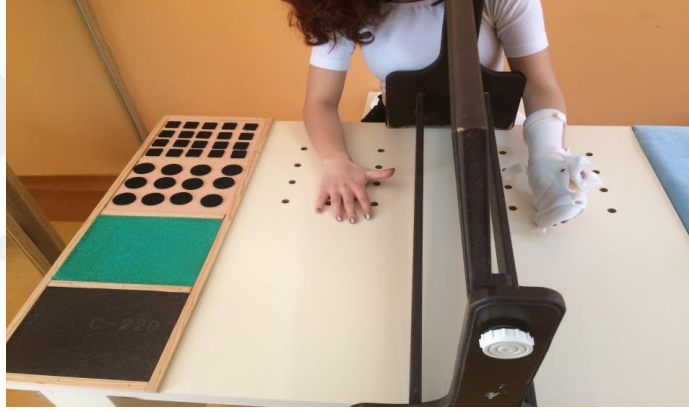
Ulnar sinir lezyonunda ayna egzersizleri:

- Parmakları açma-kapama
- Tam ekstansiyondan DIP, PIP, MCP fleksiyonu (yumruk)

- Pinç kavrama
- El, masanın üzerinde tam ekstansiyondan başlayıp DIP, PIP, MCP fleksiyonu
- Yumruk pozisyonundan sadece DIP ve PIP ekstansiyonu
- 4 parmağa MCP ekstansiyonu
- Piyano çalar gibi tüm parmakları hareket ettirme

Median sinir lezyonunda ayna egzersizleri:

- Başparmağı avuç içinden dışa açma
- Başparmakla daire çizme
- Başparmağı işaret parmağın ve küçük parmağın ucuna dokundurma
- Başparmağı işaret parmağı boyunca hareket ettirme
- Başparmağı klavyenin boşluk tuşuna basar gibi hareket ettirme
- Başparmak ile işaret parmağı arasında bilye yuvarlama



Çizim 3.5 Egzersizlerin Aynada uygulanması

Hiperestezi olan tüm hastalara desentizasyon tedavisi öğretilerek ev programı şeklinde verildi. İçinde beş farklı şekil ve büyüklükteki partiküller (pirinç, fasülye, çakıl taşı, ince kum ve pamuk) olan kaplar hazırlamaları istendi. Ayrıca, farklı tipte taktil uyarı verecek beş adet kumaş parçası (keçe, kadife, ipek, sünger vb.) hazırlamaları söylendi. Hastalar kendilerine en az rahatsızlık veren partikül ve kumaştan başlayıp rahatsızlık derecesine göre bir sıralama yaptılar. Her gün 3-4 seans şeklinde, yaklaşık 15 dakika, hiperestezi bölgeye bu partikül ve kumaşları en az rahatsızlık verenden başlamak üzere dokunmaları sayesinde desentizasyon tedavisini uyguladılar.

Hastaların yaralanma seviyeleri ve postoperatif haftalarına uygun olarak rehabilitasyon protokolünde egzersizleri yapıldı (pasif, aktif-asistif, aktif, aktif-rezistif, PNF tekniği). 6.haftasını tamamlamış ve kontraktürü gelişen hastalara germe egzersizleri

uygulandı. Germe egzersizleri öncesinde uygun olan yüzeysel (parafin, hotpack, infraruj) veya derin ısıtıcı (ultrason) uygulandı. El ve üst ekstremitte kuvvetlendirme egzersizleri diğiFlex (sarı, kırmızı, yeşil, mavi, siyah), theraband, el rehabilitasyon hamuru, el egzersiz kasnağı, silikon egzersiz topu kullanılarak yapıldı. Ekstremitesinde ödem olan hastaların tedavisine EHA egzersizleri ile birlikte elevasyon eklendi.



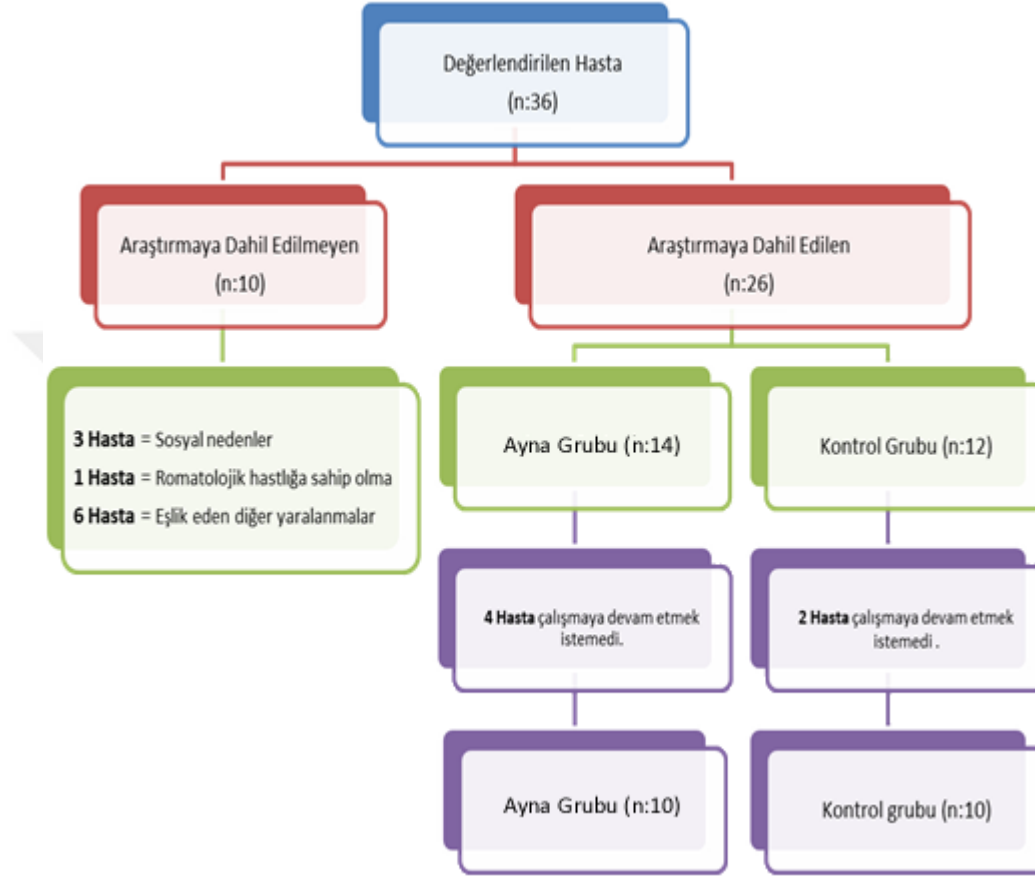
Çizim 3.6: Tedavi masası

3.4. İstatistiksel Yöntem

İstatistiksel değerlendirme, IBM SPSS 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) paket programı ile yapıldı. Normal dağılıma uygunluk testi Kolmogorov-Smirnov Testi ile değerlendirildi. Normal dağılıma uymayan nümerik değişkenler medyan (25. - 75. persentil), kategorik değişkenler ise frekans (yüzdeler) olarak verildi. Gruplar arasındaki farklılık normal dağılıma sahip olmayan nümerik değişkenler için Mann Whitney U Testi ile belirlendi. Tekrarlayan ölçümler arasındaki farklılıklar normal dağılım varsayımı sağlanmadığı durumlarda Wilcoxon t testi ile incelendi. Kategorik değişkenler arasındaki ilişkiler ise Fisher Exact Ki-kare testi ile değerlendirildi. İki yönlü hipotezlerin testi için $p < 0.05$ istatistiksel önemlilik için yeterli kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmaya hasta seçim kriterlerine uyan toplam 26 hasta (ayna grubu n:14, kontrol grubu n:12) dahil edildi. Toplam 20 hasta çalışmayı tamamladı.



Değerlendirilen diğer hastalardan, 3'ü sosyale nedenlerden, 1'i romatolojik hastalığa sahip olduğu için, 6'sı periferik sinir hasarına eşlik eden başka yaralanmaya sahip olduğu için çalışmaya dâhil edilmedi. Ayna grubundan 4 hasta, kontrol grubundan ise 2 hasta tedaviye devam etmedikleri için değerlendime dışı bırakıldı.

Çalışmayı tamamlayan tüm hastaların yaş ortalaması $31,90 \pm 16,53$ (16-65) yıl olarak saptandı. Hastaların 3'ü (%15) kadın, 17'si (%75) erkek idi.

Ayna ve kontrol gruplarının demografik özelliklerine ait dağılımlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p > 0.05$). Hastaların demografik bilgileri ve gruplara göre dağılımı Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Hasta gruplarının demografik özelliklerinin gruplara göre dağılımı

	Ayna Grubu	Kontrol Grubu	P*
	(n=10)	(n=10)	
	Ort ± SD	Ort ± SD	
Yaş (yıl)	30,80 ± 8,89	22,50 ± 5,96	0,052
Cinsiyet (%)			
Erkek	8 (%80)	9 (%95)	0,556
Kadın	2 (%20)	1 (%10)	
Yaralanan Taraf (%)			
Sağ	3 (%30)	6 (%60)	0,196
Sol	7 (%70)	4 (%40)	
Etiyoloji (%)			
Cama vurma	4 (%40)	8 (%80)	0,074
İş kazası	6 (%60)	2 (%20)	
Dominant el(%)			
Sağ	9 (%90)	10 (%100)	0,331
Sol	1 (%10)	0 (%0)	
Sinir Tipi (%)			
Median	4 (%40)	4 (%40)	1
Ulnar	6 (%60)	6 (%60)	

n: Kişi Sayısı, **p*** gruplar arası analizlerin p değeri

Her iki grubun tedavi öncesi GAS, JAMAR, DEİ, Q-DASH, JTEFT ve SWMT toplam skorları açısından karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ($p>0.05$).

Ayna ve kontrol grubu hastaların tedavi öncesi ile 6 haftalık tedavi sonrası gruplar arası ve grup içi tedavi öncesi-sonrası GAS toplam skorları çizelge 3.2’de verilmiştir. Her iki grupta tedavi sonrası GAS toplam skorlarında istatistiksel olarak anlamlı derecede azalma olduğu saptanmıştır ($p=0,00$, $p=0,00$). Ancak her iki grubun tedavi sonrası GAS toplam skorları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p=0,165$). Her 2 grubun iyileşme yüzdelerine bakıldığında çalışma grubunun iyileşme yüzdesinin 63,26 olduğu görülürken, kontrol grubunun iyileşme yüzdesi 48,8 idi.

Çizelge 4.2. Ayna ve Kontrol Grubunun grup içi ile tedavi öncesi ve tedavi sonrası GAS toplam verileri

GAS	GAS Tedavi Öncesi (Ort ± SD)	GAS Tedavi Sonrası (Ort ± SD)	p**	İyileşmenin yüzdeleri oranı %
Ayna Grubu	4,90 ± 1,59	1,80 ± 1,31	0,000	% 63,26
Kontrol Grubu	5,00 ± 1,05	2,60 ± 0,69	0,000	% 48,8
p*	0,971	0,165		

p* Gruplar arası analizlerin p değeri, **p**** Grup içi analizlerin p değeri

Ayna ve kontrol grubu hastaların tedavi öncesi ile 6 haftalık tedavi sonrası gruplar arası ve grup içi tedavi öncesi-sonrası JAMAR toplam skorları çizelge 3.3’de verilmiştir. Her iki grupta tedavi sonrası JAMAR toplam skorlarında istatistiksel olarak anlamlı derecede artış olduğu saptanmıştır ($p=0,05$, $p=0,05$). Ancak daha sonra iyileşme yüzdelerine baktığımızda; ayna grubunun iyileşme yüzdesinin 46,55 olduğu görülürken, kontrol grubunun iyileşme yüzdesi 28,83 idi. Tedavi sonrası JAMAR toplam skoruna bakıldığında 2 grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p=0,796$).

Çizelge 4.3: Ayna ve Kontrol Grubunun grup içi ile tedavi öncesi ve tedavi sonrası JAMAR toplam verileri

JAMAR	JAMAR Tedavi Öncesi (Ort ± SD)	JAMAR Tedavi Sonrası (Ort ± SD)	p**	İyileşmenin yüzdeleri oranı %
Ayna Grubu	15,25 ± 10,17	22,46 ± 11,19	0,005	%46,55
Kontrol Grubu	15,26 ± 5,66	19,66 ± 6,13	0,005	%28,83
p*	0,631	0,796		

p* Gruplar arası analizlerin p değeri, p** Grup içi analizlerin p değeri

Ayna ve kontrol grubu hastaların tedavi öncesi ile 6 haftalık tedavi sonrası gruplar arası ve grup içi tedavi öncesi-sonrası DEİ toplam skorları çizelge 3.4.'de verilmiştir.. Her iki grupta tedavi sonrası DEİ toplam skorlarında istatistiksel olarak anlamlı derecede artış olduğu saptanmıştır (ayna grubu p=0,00, kontrol grubu p=0,00). Ayna grubunun iyileşme yüzdesi 43,28 iken kontrol grubunun iyileşme yüzdesi 43,99 benzer olduğu saptandı. Ancak her iki grup arasında DEİ toplam skoru açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p=0,529).

Çizelge 4.4: Ayna ve Kontrol Grubunun grup içi ile tedavi öncesi ve tedavi sonrası DEİ toplam verileri

DEİ	DEİ Tedavi Öncesi (Ort ± SD)	DEİ Tedavi Sonrası (Ort ± SD)	p**	İyileşmenin yüzdeleri oranı %
Ayna Grubu	57,30 ± 27,00	31,60 ± 19,37	0,000	% 43,28
Kontrol Grubu	61,60 ± 17,18	38,20 ± 14,28	0,000	% 43,99
p*	0,684	0,529		

p* Gruplar arası analizlerin p değeri, p** Grup içi analizlerin p değeri

Ayna ve kontrol grubu hastaların tedavi öncesi ile 6 haftalık tedavi sonrası gruplar arası ve grup içi tedavi öncesi-sonrası Q-DASH toplam skorları çizelge 3.5'de verilmiştir. Her iki grupta tedavi sonrası Q-DASH toplam skorlarında istatistiksel olarak anlamlı

derecede artma olduğu saptandı (ayna grubu $p<0,001$, kontrol grubu $p<0,001$). Ayna grubunun iyileşme yüzdesi 41,81 iken kontrol grubunun iyileşme yüzdesi 16,73 dür. Ancak her iki grup arasında Q-DASH toplam skoru açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p=0,247$).

Çizelge 4.5: Ayna ve Kontrol Grubunun grup içi ile tedavi öncesi ve tedavi sonrası Q-DASH toplam verileri

Q-DASH	Q-DASH Tedavi Öncesi (Ort±SD)	Q-DASH Tedavi Sonrası (Ort±SD)	p**	İyileşmenin yüzdeler oranı %
Ayna Grubu	63,86 ± 26,38	36,81 ± 21,36	0,001	% 41,81
Kontrol Grubu	59,76 ± 10,27	49,31 ± 9,70	0,001	% 16,73
p*	0,315	0,247		

p* Gruplar arası analizlerin p değeri, **p**** Grup içi analizlerin p değeri

Ayna ve kontrol grubu hastaların tedavi öncesi ile 6 haftalık tedavi sonrası gruplar arası ve grup içi tedavi öncesi-sonrası JTEFT değerlendirme sonuçları Çizelge 3.6.'de verilmiştir. JTEFT'nin tüm aktivitelerinde tedavi öncesi değerlendirme verilerinde ayna ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$). Ayna ve kontrol gruplarının tedavi sonrası JTEFT değerlendirme verileri karşılaştırıldığında; ayna grubunun JTEFT'nin sayfa çevirme ($p=0.004$), tavla pulu dizme ($p=0.023$) ve büyük ağır nesnelere kaldırma ($p=0.029$) aktivitelerinde kontrol grubuna oranla istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı. Her iki grubun hastaların tedavi öncesi ve tedavi sonrası JTEFT verileri karşılaştırıldığında tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı artış olduğu saptandı ($p<0,05$).

Çizelge 4.6: Ayna ve Kontrol Grubunun grup içi ile tedavi öncesi ve tedavi sonrası JTEFT toplam verileri

JTEFT		TÖ (Ort ± SD)	TS (Ort ± SD)	p**
Sayfa çevirme	Ayna Grubu	9,83 ± 4,80	6,25 ± 2,27	0,000
	Kontrol Grubu	12,80 ± 3,81	10,44 ± 3,00	0,000
	p*	0,075	0,004	
Küçük nesnelere kaldırma	Ayna Grubu	17,26 ± 13,13	10,79 ± 5,10	0,000
	Kontrol Grubu	16,57 ± 8,93	12,40 ± 4,99	0,000
	p*	0,579	0,393	
Beslenme	Ayna Grubu	19,82 ± 13,36	11,75 ± 3,96	0,000
	Kontrol Grubu	16,79 ± 6,55	13,08 ± 3,69	0,000
	p*	0,579	0,684	
Tavla pulu dizme	Ayna Grubu	6,85 ± 2,69	4,84 ± 1,37	0,000
	Kontrol Grubu	8,69 ± 2,51	6,44 ± 1,34	0,000
	p*	0,165	0,023	
Büyük hafif nesnelere kaldırma	Ayna Grubu	7,40 ± 4,76	5,07 ± 1,63	0,000
	Kontrol Grubu	8,19 ± 3,62	6,29 ± 2,21	0,000
	p*	0,353	0,141	
Büyük ağır nesnelere kaldırma	Ayna Grubu	9,02 ± 7,48	5,39 ± 1,88	0,000
	Kontrol Grubu	10,29 ± 5,98	8,14 ± 2,86	0,000
	p*	0,247	0,029	

p* Gruplar arası analizlerin p değeri, p** Grup içi analizlerin p değeri

Ayna ve kontrol grubu hastaların tedavi öncesi ile 6 haftalık tedavi sonrası gruplar arası ve grup içi tedavi öncesi-sonrası SWMT toplam skorları Çizelge 3.7’de verilmiştir.

Her iki grup arasında tedavi sonrası SWMT toplam skoru açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p=0,247$). Ayna grubunun iyileşme yüzdesi 100 iken kontrol grubunun iyileşme yüzdesi 45,45'dir. Ancak ayna grubunun tedavi sonrası SWMT total skorunun kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı olarak fark olmadığı görüldü ($p=0,796$).

Çizelge 4.7: Ayna ve Kontrol Grubunun grup içi ile tedavi öncesi ve tedavi sonrası SWMT toplam verileri

SWMT	SWMT Tedavi Öncesi (Ort ± SD)	SWMT Tedavi Sonrası (Ort ± SD)	p**	İyileşmenin yüzdeleri oranı %
Ayna Grubu	3,60 ± 2,67	6,60 ± 4,03	0,000	% 100
Kontrol Grubu	4,40 ± 2,27	6,40 ± 2,54	0,000	% 45,45
p*	0,315	0,796		

p* Gruplar arası analizlerin p değeri, p** Grup içi analizlerin p değeri

Daha sonra her 2 grubun tedavi öncesi ve sonrası GAS, JAMAR, DEİ, Q-DASH ve SWMT toplam skor ortalamalarının farkı (tedavi yanıtı) alınarak farklar arasında istatistiksel olarak bir anlam olup olmadığına bakıldı (çizelge 3.8). Yapılan istatistiksel analizde JAMAR, Q-DASH ve SWMT değerlerinin tedavi yanıtında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğu tespit edildi ($p=0,035$, $p=0,011$, $p=0,043$).

Çizelge 4.8: GAS, JAMAR, DEİ, Q-DASH ve SWMT Ayna ve Kontrol Grubunun Tedavi Öncesi-Sonrası Ortalamalarının Farkı (Tedavi Yanıtı)

GAS, JAMAR, DEİ, Q-DASH ve SWMT Tedavi Yanıtı	GAS Tedavi Yanıtı (Ort ± SD)	JAMAR Tedavi Yanıtı (Ort ± SD)	DEİ Tedavi Yanıtı (Ort ± SD)	Q-DASH Tedavi Yanıtı (Ort ± SD)	SWMT Tedavi Yanıtı (Ort ± SD)
Ayna Grubu	3,10 ± 1,10	7,10 ± 2,46	24,80 ± 19,00	26,70 ± 17,93	3,60 ± 2,01
Kontrol Grubu	2,44 ± 0,88	4,40 ± 2,17	27,10 ± 13,1	10,00 ± 5,3	2,00 ± 0,81
P	0,123	0,035	0,481	0,011	0,043

p: Gruplar arası p değeri

6. TARTIŞMA

El, beslenme, kişisel hijyen gibi temel günlük yaşam aktivitelerinin bağımsız olarak yerine getirilmesinde ve sosyal çevreyle iletişimde çok önemli rol oynamaktadır. Güçlü bir kavramadan, çok nazik dokunmaya kadar geniş bir fonksiyon yeteneğine sahiptir. El; besleyen, körler için okuyan, dilsizler için konuşan, herkes için ise dosta uzanan bir araçtır. İyi fonksiyon gören bir el, bireyin iş, aile yaşamında ve sosyalleşmesinde önemli rol oynamaktadır. Elin iki önemli fonksiyonu çevreyi dokunarak algılamak ve cisimleri kavramaktır. İnsan elinin anatomisi çok karmaşık olup kalem tutmayı, topu fırlatmayı veya bir müzik aleti çalmayı sağlayan pek çok karmaşık mekanizmayı içerir. Anatomik olarak oldukça karmaşık olan el, yaptığı ince motor aktiviteler nedeniyle de beyinde de oldukça geniş bir alan kaplamaktadır. Bu mekanizmaların karmaşıklığından dolayı üst ekstremiteler ve el yaralanmalarının/hastalıklarının gerek cerrahi gerekse cerrahi olmayan tedavisi rehabilitasyon kliniklerinin en zor hasta grubunu oluşturmaktadır.

Üst ekstremitenin en hareketli parçası olan el, günlük yaşamda ve mesleki alanda farklı oranlarda aktif olarak kullanılmaktadır. İnce motor becerileri ve üst düzeyde gelişmiş duygusu ise elin fonksiyonları için anahtar rol oynamaktadır (Lundborg 2004). Oldukça önemli fonksiyonlara sahip olan el yaralandığında ciddi fonksiyonel kayıplar ortaya çıkmaktadır. Fonksiyonel kayıplar ise, günlük yaşamda özürlülük ve iş gücü kaybına neden olmaktadır. Literatürde el yaralanmalı hastaların %57'sini 16-35 yaş arası genç erişkin hastaların oluşturduğu bildirilmektedir. Bu hastalar içerisinde de travmatik tendon yaralanmaları veya periferik sinir kesileri büyük bir grubu oluşturmaktadır (Sade ve diğ. 2016, Robinson 2000, Rosberg 2005, Keskin ve diğ. 2005, Ergüner ve diğ. 2002, Şanıvar 2009).

Elde periferik sinir yaralanmalı hastalarda fonksiyonel iyileşmeyi olumsuz etkileyen en önemli faktörler ağrı ve yetersizlik nedeniyle ekstremitenin öğrenilmiş kullanılmamasıdır (Mayara ve diğ 2016, Lundborg 2000). Ağrı, el yaralanmalı hastalarda rehabilitasyon sürecinde gördüğümüz, fonksiyonel iyileşmeyi de olumsuz etkileyen önemli bir komplikasyondur. Rehabilitasyon uygulamalarında konvansiyonel tedaviler ile iş-uğraşı çalışmaları ağrı ve fonksiyonel iyileşme üzerine odaklanmıştır. Ağrının erken dönem kontrolü prognozu olumlu etkilemektedir. Kronik ağrı, ağrılı vücut parçasının anormal algılanması ve istemli hareketlerin zayıflaması şeklinde bozulmuş davranışsal cevaplara neden olmaktadır. Son yıllarda rehabilitasyon kliniklerinde özellikle nöropatik ağrı tedavisi

üzerine yapılan araştırmalar yoğunluk kazanmaktadır. Literatürde ayna tedavisinin ağrı üzerine olumlu etkisini gösteren vaka sunumları ve az sayıda kontrollü çalışma mevcuttur (McCabe ve diğ. 2003, Cacchio ve diğ. 2009).

Ayna tedavisi, motor hareket sırasında illüzyon etkisi ile hastaya geribildirim sağlamaktadır. Sadece hareket eden bir ekstremitenin gözlemlenmesinin serebral korteks premotor alanda “ayna nöronları” aktive ettiği bildirilmektedir. Ayna nöronların yeni motor becerileri öğrenmede temel rol oynadığı bildirilmektedir (Rizzolatti 2005). Etki mekanizması tam olarak anlaşılmamakla birlikte ayna tedavisinin analjezik etkisi için; kişinin beyininde dinamik geri bildirim sağlanmakta olduğu, hareketle birlikte bireyin ağrıyı yokmuş gibi algıladığı belirtilmektedir. Sonuç olarak ayna tedavisi ile beyinde ilüzyon etkisi oluşmakta ve ortaya çıkan kortikal değişiklikler geri çevrilebilmektedir (Murru ve Martin 2010). Araştırmamızda hastaların ağrı düzeyleri GAS ile değerlendirilmiştir. Her iki grubun ağrı skorlarının tedavi sonrasında anlamlı olarak azaldığı ancak iki grubun sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı gözlenmiştir. Ancak daha sonra ayna ve kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrası GAS ortalamalarının farkı (tedavi yanıtı) alınarak farklar arasında istatistiksel olarak bir anlam olup olmadığına bakılmış; GAS tedavi yanıtı ortalamasında ayna grubu lehine anlamlılık tespit edilmiştir. Literatürde, McCabe CS. ve arkadaşları 8 dönem KBAS’lı hastada ayna tedavisinin ağrı üzerine etkisini incelemişlerdir. Bu çalışmada erken dönem KBAS hastalarında yaklaşık 6 haftada ağrı üzerinde olumlu etkileri gözlenirken kronik dönem hastalarda herhangi bir değişiklik gözlenmediği ifade edilmiştir (McCabe ve diğ. 2003). Cacchio ve arkadaşları inme sonrası gelişen KBAS’lı 48 hastada ayna tedavisinin ağrı üzerindeki etkinliğini araştırmışlar, randomize kontrollü bu çalışmada ayna grubunda ağrıda anlamlı azalma olduğu belirtilmiştir. Chan ve arkadaşları da aynı şekilde ayna tedavisinin fantom ağrısı üzerine olan etkisini araştırdıkları çalışmalarında ayna tedavisi uyguladıkları grupta ağrıdaki azalmanın diğer 2 gruba oranla daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir (Chan ve diğ. 2007). Diğer taraftan kronik ağrılarda yapılan çalışmalarda ayna tedavisinin etkisi gösterilememiştir (Michielsen ve diğ. 2011, Finn ve Hotle 2011). Literatürde elde ortopedik cerrahi geçiren hastalarda ayna tedavisinin ağrı, fonksiyon kaybı, beceri ve EHA üzerine sonrası etkisini araştıran 1 adet randomize kontrollü çalışmaya rastlanmıştır (Abolfazli ve diğ 2019). Bu çalışmada Abolfazli M. ve arkadaşları elde tendon, periferik sinir kesisi ve yumuşak doku yaralanması olan 40 hasta üzerinde konvansiyonel tedaviye ek olarak yapılan ayna tedavisinin etkisini araştırmışlardır.

Konvansiyonel tedavi ile birlikte ayna tedavisi uygulanan grubun ağrı düzeylerinin diğer gruba oranla belirgin olarak azaldığı bildirilmiştir. Çalışmamızda literatür ile uyumlu olarak ağrı düzeyinde azalma olduğu gözlenmiştir. Ancak hasta sayımızın az olması nedeniyle istatistiksel olarak fark ortaya konamamıştır. Özellikle erken dönemde yapılacak tedavilerin ağrı kontrolü üzerine daha etkili olacağı düşüncesindeyiz.

Tendon ve periferik sinir yaralanmalarından sonra elde motor fonksiyon bozukluğuna ikincil olarak, kavrama kuvvetinde gerileme meydana gelmektedir. Bir elin kuvvetli kavrama yapabilmesi için EHA'nın tam/tama yakın olması, motor ve duyu fonksiyonların yeterli olması gerekmektedir. İyileşme sürecinde immobilizasyon, periferik sinir hasarının neden olduğu duyu ve motor kayıplar burada en önemli faktörlerdir. Bunun yanı sıra bu süreçte ortaya çıkan ağrılı durumlar tedavi sürecinin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Rehabilitasyon uygulamalarında EHA kısıtlılığı gibi immobilizasyonun olumsuz etkileri minimale indirilmekte, duyu eğitimi ve motor kuvvetlendirme hedeflenmektedir. Ağrının erken dönemde kontrol altına alınması rehabilitasyon sürecini ve prognozu olumlu yönde etkilemektedir (Mayara 2006, Abolfazli 2019). Literatürde çoğunlukla inmeli veya serebral palsili hastalar üzerinde yapılan çalışmalarda ayna tedavisinin kuvvet üzerine etkisi incelenmiş ancak elde periferik sinir hasarı olan hastalarda ayna tedavisinin kuvvet üzerine etkisini değerlendiren randomize kontrollü sadece 1 çalışmaya rastlanmıştır (Abolfazli ve diğ. 2019). Periferik sinir kesisinin yanı sıra tendon ve yumuşak doku yaralanmalarının da birlikte değerlendirildiği bu çalışmada ayna tedavisinin elde kavrama kuvveti üzerine belirgin gelişme saptamamışlardır. Ancak, Amasyalı ve arkadaşlarının 24 subakut inmeli hasta üzerinde yaptıkları çalışmada ayna tedavisinin kavrama kuvvetini artırdığı ve motor performansı geliştirdiğini bildirmişlerdir (Amasyalı ve Yalınman 2016). Ehrensberger ve arkadaşları'nın 32 kronik inmeli hastada yaptığı çalışmada ise ayna tedavisinin tek başına Zult T. ve arkadaşları 23 sağlıklı kişi üzerinde ayna ile çapraz eğitimin elde maksimum istemli kas kontraksiyonu üzerine etkilerini incelemişlerdir. Bu çalışmada ayna ile çapraz eğitimin nöronal uyarılabilirliği artırdığı ve beraberinde kas kuvvetinde gelişme olduğu bildirilmiştir (Zult ve diğ. 2016). Bunların yanı sıra Rostami ve arkadaşları elde ortopedik yaralanmalı 23 hasta üzerinde yaptıkları çalışmalarında ayna tedavisinin EHA üzerine etkisini incelemişlerdir. Konvansiyonel tedaviye ek olarak yapılan ayna tedavisinin el fonksiyonları üzerinde daha olumlu sonuçlar elde edildiği bildirilmiştir (Rostami ve diğ. 2013). Bu çalışmada elde periferik sinir hasarı olan hastalar incelenmemiştir. Çalışmamızda her iki grubun el

kavrama kuvvetinde gelişme olduğu tespit edilmiştir ancak gruplar arasında fark bulunmamıştır. Ancak ayna grubunun tedavi yanıtının kontrol grubuna oranla daha yüksek olduğu saptanmıştır.

El rehabilitasyonunda en önemli sonuç hastanın yeniden fonksiyon kazanabilmesidir. Travmatik el yaralanmalarından sonra maksimum fonksiyonel kazanımlar yaralanmanın seviyesine, uygulanan cerrahi tekniklere ve rehabilitasyon uygulamalarına bağlıdır. Periferik sinir yaralanmalarından cerrahi sonrası erken dönemde rehabilitasyon uygulamaları ile ağrının kontrolü, EHA'nın korunması, kas kuvvetinin ve duyunun yeniden kazandırılması mümkün olabilmektedir. Bu dönemde uzayan immobilizasyon süreci serebral kortekste somatosensoryel imaj ve fonksiyonel organizasyonu olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Kortikal sensorimotor alanlar aktif hareket ile dinamik olarak yeniden şekillenebilmektedir (Rostami ve diğ. 2013, Classen 1998, Koski 2004, Granert O. ve diğ. 2011). Somatosensoryel korteksin desteklenmesi ve kortikal imajın korunması maksimum fonksiyonel gelişmeyi hızlandırmaktadır. Ayna tedavisi ile erken dönemde duyu uyarının kortikal imajın korunmasına katkı sağlayabileceği bildirilmektedir (Paula ve diğ. 2016).

Bireyin günlük ve sosyal yaşamının önemli bir parçası olan elin, fonksiyonel kapasitesini azaltan ve hatta özüne yol açabilen periferik sinir yaralanmaları sonrası da aktivite ve katılım düzeyinin sonuç ölçümlerine dahil edilmesi önemlidir. Son yıllarda sağlık sorunlarının değerlendirilmesinde aktivite ve katılımı değerlendiren ölçeklerin kullanımı yaygınlık kazanmış ve eğilim bu yöne doğru yer değiştirmiştir (Schoneveld vd. 2009). Bu anlamda üst ekstremité problemlerinde travmanın bireyin aktivite ve katılımı üzerine olan etkisini değerlendiren çalışmalara da sıkça rastlanmaktadır (Chung ve Wei 2000, Wilcke ve diğ. 2007, Kitiş ve diğ. 2009, Çakır 2012). Çalışmamızda el fonksiyonları JTEFT ile, aktivite katılımı ise DEİ ve Q-DASH ile değerlendirilmiştir. JTEFT ile ayna ve kontrol grubundaki hastaların tedavi öncesi ve tedavi sonrası 6 aktiviteyi gerçekleştirme süreleri değerlendirilmiştir. Her iki grubun tedavi sonrası sonuçları incelendiğinde 2 grupta da tüm parametrelerde gelişme olduğu gözlenmiştir. Ancak "sayfa çevirme, tavla pulu dizme ve büyük-ağır nesnelere kaldırma" aktivitelerinde ayna grubu lehine anlamlı gelişme olduğu tespit edilmiştir. Aktivite katılımını değerlendiren DEİ ve QDASH toplam skorları açısından gruplar arasında fark saptanmamıştır. DEİ ve QDASH tedavi yanıtı açısından her 2 grubun yanıtları incelendiğinde ayna grubunun yanıtlarının daha yüksek olduğu görülmüştür. Abolfazli ve arkadaşlarının yaptığı randomize kontrollü çalışmada da aktivite

katılımı QDASH ile değerlendirilmiştir. Bu çalışmada ayna grubundaki hastaların aktivite katılım düzeyleri kontrol grubuna oranla yüksek bulunmuştur (Abolfazli ve diğ 2019). Rostami ve arkadaşları elde ortopedik yaralanmalı 30 hasta ile yaptıkları randomize kontrollü çalışmada ayna tedavisinin EHA ve aktivite katılım düzeylerine etkisi incelenmiştir. Aktif EHA kısıtlılığı olan ortopedik yaralanmalı hastaların EHA ve QDASH skorları ile değerlendirildiği bu çalışmada her 2 grupta da iyileşme gözlenirken 6 haftalık takip sonrasında konvansiyonel tedavi ve beraberinde ayna tedavisi uygulanan grupta iyileşmenin daha belirgin olduğu bildirilmiştir (Rostami ve diğ 2013). Diğer taraftan Mayara ve arkadaşlarının median ve ulnar sinir yaralanmalı hastalar üzerinde yaptıkları çalışmada erken dönem ayna tedavisi ile geç dönem uygulanan duyu tedavisinin el fonksiyonel kullanımı incelenmiştir. Bu çalışmada erken dönemde ayna tedavisi uygulanan hastalarda klinik iyileşmeler gözlenmekle beraber istatistiksel olarak bu iyileşme gösterilememiştir (Mayara ve diğ 2016).

Elde periferik sinir yaralanmaları elin fonksiyonel kapasitesini ciddi oranda etkilemekte ve sonradan kazanılmış engelliliğe neden olmaktadır. Duyusu olmayan bir el fonksiyonel aktiviteden de yoksundur (Lundborg, Rosen 2007). Hatta bazı otörler yüzeysel duyuyu parmakların gözleri olarak tanımlanmakta ve duyusu olmayan bir eli görme yetisini kaybetmiş insana benzetmektedir (Rosen 2000, Polatkan ve diğ 1998). Yüzeysel duyu motor aktivite sırasında el için gerekli olan duyu akışını sağlar. Hassas beceriler için gerekli olan duyu-motor bütünlüğünün sağlanması ve kullanım sırasında el kavrama gücünün kontrolü için dokunma duyusu son derece önemlidir (Kaneko ve diğ 2005, Melchior ve diğ 2007). Özellikle elin volar yüzündeki duyu kaybı pek çok motor aktivitenin yavaşlamasına ve beceri kaybına neden olmaktadır. Bu açıdan bakıldığında duyu kaybı elin fonksiyonel kullanımında azalmanın en önemli nedenlerinden biri olarak karşımıza çıkmaktadır. Üst ekstremitede periferik sinir yaralanmalı hastaların büyük bir çoğunluğunu genç erkek hastalar oluşturmaktadır (McAllister ve diğ 1996, Lundborg 2007, Sade ve diğ 2016). Bu durum yaşam kalitesinde azalmanın yanı sıra ciddi oranda iş gücü kaybı ile sonuçlanmaktadır. Sanayi bölgesi olan ilimizde de travmatik el yaralanmalı hastalar kliniğimizin önemli bir hasta grubunu oluşturmaktadır. Bizim çalışmamızda da literatür ile uyumlu olarak genç erkek hastalar çoğunluğu oluşturmaktadır.

Periferik sinir yaralanması sonrası motor ve duyu fonksiyonların restorasyonu parmak ucundan başlayıp serebral kortekse uzanan komplike hücresel, kimyasal ve fonksiyonel değişiklikleri kapsamaktadır (Lundborg 2004). Hastanın yaşı, kognitif kapasite, yaralanma sonrası cerrahi tedavinin zamanlaması, sinir hasarının seviyesi ve

yaralanmanın tipi iyileşme sürecini etkileyen en önemli faktörlerdir. Bunun yanı sıra iyileşme döneminde elin hasta tarafından uzun süre kullanılmaması da fonksiyonel iyileşmeyi geciktiren önemli faktörlerdendir. Bunu önlemek için erken dönemde rehabilitasyon uygulamalarına duyu eğitiminin eklenmesi önerilmektedir (Lundborg 2007). Yaralanmayı takiben erken dönemde elin kortikal alanda temsil ettiği alanı korumak rehabilitasyonda en önemli hedeflerden birisidir. Cerrahi sonrası erken dönem ayna tedavisinin serebral plastisiteye katkısı olduğu bildirilmektedir (Rosen ve diğ 2014). Bu bilgiler ışığında çalışmamızda 2 grubun duyu gelişimi SWMT ile değerlendirildi. Tedavi sonrası grupların SMWT toplam skorunda istatistiksel olarak anlamlı fark izlenmedi ancak tedavi yanıtı ayna grubunda daha yüksek olarak tespit edildi. Literatürde periferik sinir yaralanmalı hastalarda ayna tedavisinin duyu gelişimine etkisini araştıran sınırlı sayıda çalışma mevcuttur (Hsu ve diğ 2019, Rosen ve diğ 2015). Rosen ve arkadaşları 27 median ve ulnar sinir yaralanmalı hasta üzerinde yaptıkları randomize kontrollü çalışmada postoperatif 1. haftada duyu eğitimine başlanmış ayna tedavisinin 3. ve 6. ay sonuçlarını incelemiştir. Hastaların duyu gelişimi 2 nokta diskriminasyon ve SWMT ile değerlendirilmiştir. İki nokta diskriminasyonunun ayna grubunda daha iyi olduğu bildirilmiştir (Rosen ve diğ 2015). Hsu ve arkadaşları 12 median ve ulnar sinir yaralanmalı hastada ayna tedavisi ile dokunma ile duyu eğitimini karşılaştırmıştır. Her 2 grupta da anlamlı gelişmeler gözlenmiş ancak gruplar arasında fark saptanmamıştır (Hsu ve diğ 2019).

Araştırmamızda 6 haftalık toplam 30 seans konvasiyonel fizik tedavi ve iş-uğraşı terapisine ek olarak yapılan ayna tedavisi uygulamasında herhangi bir yan etki gözlenmemiş, tüm hastalar tedaviye yüksek derecede uyum göstermiştir. Ayna tedavisi maliyet olarak da tedaviye ek bir yük oluşturmamaktadır. Hasta sayımızın az olması çalışmamızın kısıtlılığdır.

Yaptığımız bu randomize kontrollü klinik araştırma ile elde periferik sinir yaralanması olan hastaların tıbbi rehabilitasyon programlarına erken dönemde ayna tedavisinin eklenmesi ağrı, el kavrama kuvveti ve duyu gelişimine olumlu etki sağladığı, duysal gelişim ve kuvvet artışı sayesinde yaralanmış elin GYA'da fonksiyonel kullanımını artırabileceği sonucuna vardık.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. Elde periferik sinir yaralanmalarında cerrahi müdahaleler sonrası erken dönem rehabilitasyonda yeni eğitim stratejileri arasında düşük maliyetli “Ayna tedavisi”nin de bir yeri olabileceğini düşünüyoruz.
2. Ayna tedavisi ve dikkate çekici sanal gerçeklik olmasına rağmen, etkinliği sağlamak için daha fazla test ve randomize çalışmalara ihtiyaç vardır.
3. Randomize kontrollü klinik çalışmalarla güçlü kanıtlar bulunmamasına rağmen, erken mobilizasyon, değiştirilmiş kortikal haritalama ve remapping ve duyu ve motor reedükasyon ile ilgili stratejiler sinir hasarını takiben rehabilitasyonun önemini desteklemektedir.
4. Geçerli, güvenilir sonuç ölçütlerini (niceliksel, niteliksel ve kendi kendine rapor edilen) kullanan gelecekteki çalışmalar, iyileşmeyi optimize etmek ve sakatlığı en aza indirmek için postoperatif rehabilitasyonun kullanımı için ek doğrudan kanıtlar sağlayacaktır.

7. KAYNAKLAR

- Abolfazli M, Lajevardi L, Mirzaei L ve diğ. The effect of early intervention of mirror visual feedback on pain, disability and motor function following hand reconstructive surgery: a randomized clinical trial. *Clinical rehabilitation*, 2019; PMID: 0269215518811907.
- Akbay A. Periferik sinir mikroanatomi ve sinir kesilerinde uygulanan cerrahi teknikler. *Türk Nöroşirurji Dergisi* 2005; 15(3): 198-201.
- Amasyali SY, Yaliman A Comparison of the effects of mirror therapy and electromyography-triggered neuromuscular stimulation on hand functions in stroke patients: a pilot study. *Int J Rehabil Res*, 2016; 39: 302–307.
- Anastakis DJ, Malessy MJA, Chen R ve diğ. Cortical plasticity following nerve transfer in the upper extremity. *Hand Clin.* 2008;24(4):425-44.
- Avcı G, Akan M, Yıldırım S ve diğ. Sinir onarımı ve greftleme. *T Klin Tıp Bilimleri.* 2002; 22: 428-437.
- Bartholomew KJ, Ntoumanis N, Ryan RM, et al. Psychological need thwarting in the sport context: assessing the darker side of athletic experience. *J Sport Exerc Psychol.* 2011; 33: 75-102.
- Bek N. Periferik Sinir Yaralanmalarında Rehabilitasyon. *Türk Nörosiriirji Dergisi*, 2005; 15(3): 257-264.
- Berry L.H. Bannister, S.M. “Gray’s Anatomy” Nervous system, (Ed) Churchill Livingstone, New York, 1995.
- Beyazova M, Kutsal YG. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. Güneş Kitabevi, Ankara, 2011.
- Boyers D, McNamee P, Clarke A ve diğ. Costeffectiveness of self-management methods for the treatment of chronic pain in an aging adult population: a systematic review of the literature. *Clin J Pain.* 2013; 29(4):366-75.
- Bozkurt G, Benli K. Periferik sinir yaralanmaları: Temel Nörosirurji. 1. Baskı. Benli K (Ed) Hacettepe Üniversitesi Hastaneleri Basımevi, Ankara, 2004.
- Brushart TM. Nevre repair and grafting. In. Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC (Ed). Green’s operative hand surgery. Churchill Livingstone, Philadelphia, 1999.
- Burnett MG, Zager EL. Pathophysiology of peripheral nerve injury: A brief review. *Neurosurg Focus.* 2004; 16(5): 15.
- Buschbacher S. Rehabilitation of Patients With Peripheral Neuropathies. Braddom RL (Ed) Physical Medicine and Rehabilitation. WB Saunders Comp., Philadelphia, 1996.
- Cacchio A, De Blasis E, De Blasis V Ve diğ. Mirror therapy in complex regional pain syndrome type 1 of the upper limb in stroke patients. *Neurorehabilitation and neural repair*, 2009; 23(8): 792-799.
- Callow N, Hardy L, Hall, C. The effects of a motivational general-mastery imagery intervention on the sport confidence of high-level badminton players. *Res Q Exerc Sport.* 2001; 72: 389-400.
- Callow N, Hardy L. The relationship between the use of kinaesthetic imagery and different visual imagery perspectives. *J Sports Sci.* 2004; 22: 167-177.
- Campbell WW. Evaluation and management of peripheral nerve injury. *Clin Neurophysiol* 2008;119:1951-1965.
- Chemnitz A, Björkman A, Dahlin L B ve diğ. Functional outcome thirty years after median and ulnar nerve repair in childhood and adolescence. *JBJS*, 2013; 95(4): 329-337.

- Chan B. L, Witt R, Charrow A. P ve diğ. Mirror therapy for phantom limb pain. *New England Journal of Medicine*, 2007; 357(21): 2206-2207.
- Chung K. T, Chen S. C, Wong T. Y ve diğ. Mutagenicity studies of benzidine and its analogs: structure-activity relationships. *Toxicological Sciences*, 2000; 56(2): 351-356.
- Classen J, Liepert J, Wise SP ve diğ. Rapid plasticity of human cortical movement representation induced by practice. *J Neurophysiol*, 1998; 79:1117-23.
- Colditz JC. Splinting peripheral nerve injuries. In: Hunter JM, Schneider LH, Mackin EJ, Callanan AD (Ed). *Rehabilitation of the Hand*. CV Mosby, St Louis, 1990.
- Çakır N. El ve önkol yaralanmalarında yaralanma ciddiyeti ile işe geri dönüş, bozukluk, aktivite, katılım arasındaki ilişkinin incelenmesi. 2012. Master's Thesis. Pamukkale Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Dagum AB. Peripheral nevre regeneration, repair and grafting. *J Hand Ther*. 1998; 11: 111-7.
- Dahlin LB. The biology of nevre injury and repair. *J Am Surg Hand*, 2004; 4(3): 143-55.
- Danyemez MD, Seçer HG. Periferik sinir yaralanmaları ve cerrahisi. Temel nöroşirurji. Kofralı E, Zileli M (Ed). *Türk Nörosirurji Derneği Yayınları*, Ankara, 2010.
- Danyemez MD, Seçer HĞ. Periferik sinir yaralanmaları ve fizyopatolojisi. Periferik sinir cerrahisi. Demircan N, Zileli M (ed). *Türk Nörosirurji Derneği Yayınları*. 2008; 99-107.
- Darnall, Beth D. Self-delivered home-based mirror therapy for lower limb phantom pain. *American journal of physical medicine & rehabilitation/Association of Academic Physiatrists*, 2009; 88(1): 78.
- Dellon A.L Nerve injury, nevre reconstruction and recovery of nevre function (online). *Institute for Peripheral Nerve Surgery*, 2005.
- Dellon A.L, Basic principles. Stamm D (Ed) Somatosensory Testing and Rehabilitation. *Institute for Peripheral Nerve Surgery*, United States of America, 2000.
- Diers, Martin ve diğ. Mirrored, imagined and executed movements differentially activate sensorimotor cortex in amputees with and without phantom limb pain. *PAIN*, 2010; 149(2): 296-304.
- Duruöz M. T, Poiraudeau S, Fermanian J, ve diğ.). Development and validation of a rheumatoid hand functional disability scale that assesses functional handicap. *The Journal of Rheumatology*, 1996; 23(7): 1167-1172.
- Eather TF, Pollock M. Collogen synthesis in axotomized peripheral nerve evidence againts schwann cell involment. *Experimental Neurology*, 1987; 96: 214-218.
- Ergüne H, İnanır M, Dursun N, Dursun E, Gundes H Clinical Characteristic of our traumatic hand injured patients. *J Rheum Med Rehab*. 2002; 13(4): 243-251.
- Ertekin C. Santral ve Periferik EMG, Anatomi-Fizyoloji-Klinik.Meta Basım Matbaacılık Yayınları, İzmir, 2006.
- Farrell B. Nerve Repair. In Clark GL, Wilgis EFS, Aileoo B, ve diğ. (Ed). *Hand Rehabilitation*.,Churchill Livingstone, New York, 1993.
- Fawcett JW, Keynes RJ. Peripheral nerve regeneration. *Annu Rev Neurosci*, 1990; 13: 43-60.
- Fırat A.K, Karakaş H.M, Fırat Y ve diğ. Quantitative evaluation of brain involvement in ataxia telangiectasia by diffusion weighted MR imaging. *European journal of radiology*, 2005; 56(2): 192-196.
- FitzGerald MJT, Folan-Curran J, Peripheral nerves ClinicalNeuroanatomy and Related Neuroscience IV. Baskı, W.B. Saunders, Edinburg, 2002.

- Fukumura K, Sugawara K, Tanabe S ve diğ. Influence of mirror therapy on human motor cortex. *Int Journal Neurosci.* 2007;117:1039-1048.
- Geuna S, Gnani S, Perroteau I, ve diğ. Tissue engineering and peripheral nerve reconstruction: an overview. *In International review of neurobiology, Academic Press* 2013; 108: 35-57.
- Göksoy T (Ed) Periferik Sinir Travmaları: Nörolojik Rehabilitasyon. Güneş Kitabevi, İstanbul, 2008.
- Granert O, Peller M, Gaser ve diğ. Manual activity shapes structure and function in contralateral human motor hand area. *Neuroimage*, 2011; 54: 32–41.
- Haerer AF. Dejong s The Neurologic Examination. Smith M.K (Ed). Disorders of the peripheral nerves Lippincott-Raven Publishers, Philadelphia, 1992.
- Haznedar M M, Buchsbaum M S, Wei T C ve diğ. Limbic circuitry in patients with autism spectrum disorders studied with positron emission tomography and magnetic resonance imaging. *American Journal of Psychiatry*, 2000; 157(12): 1994-2001.
- Hsu H Y, Chen P T, Kuan T S. ve diğ. A Touch-Observation and Task-Based Mirror Therapy Protocol to Improve Sensorimotor Control and Functional Capability of Hands for Patients With Peripheral Nerve Injury. *American Journal of Occupational Therapy*, 2019; 73(2): 7302205020p1-7302205020p10.
- Hunt CG. Peripheral nerve biomechanics: Application to neuromobilization Approaches. *Physical Therapy Reviews*, 2002; 7: 111-121.
- Jerosch-Herold C. Sensory relearning in peripheral nerve disorders of the hand: a web-based survey and delphi consensus method. *J Hand Ther.* 2011;24(4):292-99.
- Kaas JH, Merzenich MM, Killackey HP, The reorganization of somatosensory cortex following peripheral nerve damage in adult and developing mammals. *Ann Rev Neurosci* 1983; 6: 325-356.
- Kaneko A, Asai N, Kanda T. The influence of age on pressure perception of static and moving two-point discrimination in normal subjects. *Journal of hand therapy*, 2005;18(4): 421-425.
- Kang YJ, Ku J, Kim HJ ve diğ. Facilitation of corticospinal excitability according to motor imagery and mirror therapy in healthy subjects and stroke patients. *Ann Rehabil Med.* 2011;35:747-758.
- Kaplan İ, Kayalar M, Bal E, Toros T, Ada S. Primer fleksör tendon tamiri. *Turkiye Klinikleri J Orthop & Traumatol-Special Topics.* 2011; 4(2): 15-20.
- Keskin E D, Seckin U, Bodur H ve diğ. Clinical Characteristics of Patients with Tendon Injuries. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2005; 51(3): 94-7.
- Kimura J. Electrodiagnosis in Diseases of Nerve and Muscle (2. Baskı), F.A. Davis Company, Philadelphia, 1989.
- Kitis A, Celik E, Aslan U B, Zencir M ve diğ. DASH questionnaire for the analysis of musculoskeletal symptoms in industry workers: a validity and reliability study. *Applied ergonomics*, 2009; 40(2): 251-255.
- Kline D.G, Hudson A.R, Mechanisms and pathology of injury, Nerve Injuries, W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1995; 29-53.
- Kofralı E, Zileli M . Periferik sinir yaralanmaları ve cerrahisi. Temel nöroşirurji. Türk Nöroşirurji Derneği Yayınları. 2010; 1763-1787.
- Koski L, Mernar TJ, Dobkin BH. Immediate and long-term changes in corticomotor output in response to rehabilitation. Correlation with functional improvements in chronic stroke. *Neurorehabil Neural Repair*, 2004; 18: 230–49.

- Kouyomdjian JA. Peripheral nerve injuries. A retrospective survey of 456 cases. *Muscle Nerve*, 2006;34:785-8.
- Kozin S. H, Porter S, Clark P, ve diğ. The contribution of the intrinsic muscles to grip and pinch strength. *The Journal of hand surgery*, 1999; 24(1): 64-72.
- Kuran KB, Şahin T. Elde Periferik Sinir Yaralanmalarında Rehabilitasyon. Türkiye Klinikleri Fiziksel Tıp Rehabilitasyon Dergisi El Rehabilitasyonu Özel Sayısı. 2008; 1(1): 48-58.
- Küçükdeveci A. El Rehabilitasyonu. In : Beyazova M, Kutsal YG. (Ed) Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. Güneş Kitapevi, Ankara, 2000.
- Landers M, Altenburger P. Peripheral nerve injury. *Advances in Physiotherapy*. 2003; 5(2): 67-82.
- Lugo M, Isturiz G, Lara C, et al. Sensorylateralization in pain subjective perception fornoxious heat stimulus. *Somatosens Mot Res*. 2002; 19: 207-212.
- Lundborg G, Rosen B, Dahlin J ve diğ. Tubular repair of the median or ulnar nerve in the human forearm: a 5 year follow up. *J Hand Surgery*, 2004;29(2):100-7.
- Lundborg G, Rosen B, Lindberg S. Hearing as substitution for sensation. A new principle for artificial sensibility. *J Hand Surgery*, 1999; 24: 219-224.
- Lundborg G. A 25-year perspective of peripheral nerve surgery. Evolving neuroscientific concepts and clinical significance. *The Journal of hand surgery*, 2000; 25(3): 391-414.
- Lundborg Göran. Nerve injury and repair—a challenge to the plastic brain. *Journal of the Peripheral Nervous System*, 2003; 8(4): 209-226.
- Mackinnon SE, Dellon AL. Selection of optimal axon ratio for nerve regeneration. *Ann. Plast. Surgery*, 1989; 23: 129-134.
- Maggi SP, Lowe JB, Mackinnon SE. Pathophysiology of nerve injury. *Clin Plast Surgery*, 2003; 30(2): 109-26.
- McAllister A K, Katz L C, Lo D C. Neurotrophin regulation of cortical dendritic growth requires activity. *Neuron*, 1996; 17(6): 1057-1064.
- McCabe C S, Haigh R C, Ring E F J ve diğ. A controlled pilot study of the utility of mirror visual feedback in the treatment of complex regional pain syndrome (type 1). *Rheumatology*, 2003; 42(1): 97-101.
- McCabe Candy. Mirror Visual Feedback Therapy. *A Pratical Approach J Hand Ther*. 2011; 24(2): 170-179.
- McCabe CS, Haigh RC, Ring EF et al. A controlled pilot studyof the utility of mirror visual feedback in the treatment of complex regional pain syndrome(type 1). *Rheumatology (Oxford)* 2003; 42: 97-101.
- Melchior H, Vatine J. J, Weiss P. L. Is there a relationship between light touch-pressure sensation and functional hand ability? *Disability and rehabilitation*, 2007; 29(7): 567-575.
- Michielsen M. E, Smits M, Ribbers ve diğ. The neuronal correlates of mirror therapy: an fMRI study on mirror induced visual illusions in patients with stroke. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 2011; 82(4): 393-398.
- Miller LK, Chester R, Jerosch-Herold C. Effects of sensory reeducation programs on functional hand sensibility after median and ulnar repair: a systematic review. *J Hand Ther*. 2012;25(3):297-07.
- Milner P ve Burnstock G. Neurotransmitters in the autonomic nervous system. *Neurological Disease And Therapy*, 1995; 38: 5-5.

- Moseley GL, Flor H. Targeting cortical representations in the treatment of chronic pain. *Neurorehabil Neural Repair*. 2012; 26: 646-652.
- Moseley GL, Flor H. Targeting cortical representations in the treatment of chronic pain. *Neurorehabil Neural Repair*. 2012; 26: 646-652.
- Moseley GL, Gallace A, Spence C. Is mirror therapy all it is cracked up to be? Current evidence and future directions. *Pain*. 2008; 138: 7-10.
- Murru CE, Martin Ginis K. The effects of a possible selves intervention on self-regulatory efficacy and exercise behavior. *J Sport Exerc Psychol*. 2010; 32: 537-554.
- Novak CB, Heyde RL. Evidence and techniques in rehabilitation following nerve injuries. *Hand Clin*. 2013;29(3):383-92.
- Oğuz H, Dursun E, Dursun N. Tıbbi Rehabilitasyon, Periferik Sinir Lezyonları. Nobel Tıp Kitapevleri 2004.
- Oud T, Beelen A, Eijffinger E ve diğ. Sensory re-education after nerve injury of the upper limb. *Clin Rehabil*. 2007; 21: 483-494.
- Paula MH, Barbosa RI, Marcolino AM ve diğ. Early sensory re-education of the hand after peripheral nerve repair based on mirror therapy: a randomized controlled trial. *Braz J Phys Ther*. 2016; 20(1): 58-65.
- Pedretti L. W, Adler C, Spinal cord injury. In Occupational therapy Practice Skill, Library of congress cataloging in publication Data, United States of America .1996
- Polatkan O. Ekstensör tendon yaralanmaları. 1." Prof. Dr. Rıdvan Ege El Cerrahisi Kursu, Ders Notları, 1998.
- Ramachandran VS, Altschuler EL. The use of visual feedback, in particular mirror visual feedback, in restoring brain function. *Brain*. 2009; 132(7):1693-710.
- Ramachandran VS, Rogers-Ramachandran D, Cobb S. Touching the phantom limb. *Nature*. 1995; 377: 489-490.
- Reid CD. Injury, Assessment and Rehabilitation. Churchill Livingstone, New York, 1992.
- Rempel D, Dahlin L, Lundborg G. Pathophysiology of nerve compression syndromes. Response of peripheral nerves to loading. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 1999; 81: 1600-1610.
- Rizzolatti G, Craighero L. The mirror-neuron system. *Annu Rev Neurosci*. 2004; 27: 169-192.
- Rizzolatti G. The mirror neuron system and its function in humans. *Anatomy and embryology*, 2005; 210(5-6): 419-421.
- Robinson L.R. Traumatic injury to peripheral nerves. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 2000; 23(6): 863-873.
- Rosberg H, Carlsson K. S, Höjgård S ve diğ. Injury to the human median and ulnar nerves in the forearm—analysis of costs for treatment and rehabilitation of 69 patients in southern Sweden. *Journal of Hand Surgery*, 2005; 30(1): 35-39.
- Rosén B, Lundborg G. A model instrument for the documentation of outcome after nerve repair. *The Journal of hand surgery*, 2000; 25(3): 535-543.
- Rosén B, Bjorkman A, Boeckstyns M. Differential recovery of touch thresholds and discriminative touch following nerve repair with focus on time dynamics. *Hand Ther*. 2014; 19(3): 59-63.

- Rosen B, Bjorkman A, Lundborg G. Improved sensory relearning after nerve repair induced by selective temporary anaesthesia - a new concept in hand rehabilitation. *J Hand Surg.* 2006; 31: 126-132.
- Rosen B, Lundborg G. Sensory re-education following nerve repair. In Slutsky D.J. (Ed): Upper extremity nerve repair - tips and techniques. a Master Skills Publication. *American Society for Surgery of the Hand*, Rosemont (VA), 2008.
- Rosen B, Lundborg G. Training with a mirror in rehabilitation of the hand. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 2005; 39: 104-108.
- Rosén B, Lundborg G. Training with a mirror in rehabilitation of the hand. *Scan J Plast Reconstr Surg.* 2005; 39: 204-208.
- Rosén B, Vikström P, Turner S ve diğ. Enhanced early sensory outcome after nerve repair as a result of immediate post-operative re-learning: a randomized controlled trial. *J Hand Surg.* 2014; 7: 1-9.
- Rosén B, Vikström P, Turner S. Enhanced early sensory outcome after nerve repair as a result of immediate post-operative re-learning: a randomized controlled trial. *Journal of Hand Surgery (European Volume)*, 2015; 40(6): 598-606.
- Rosen J, Milutinović D, Miller L M ve diğ. (Unilateral and bilateral rehabilitation of the upper limb following stroke via an exoskeleton. *In Neuro-Robotics. Springer*, Dordrecht. 2014; 405-446.
- Roses D F. "Surgical management of malignant melanoma." *Grabb and Smith's Plastic Surgery*, 5th edn, Lippincott, Philadelphia, 1997; 131-139
- Rostami H, Arefi A, Tabatabaei S. Effect of mirror therapy on hand function in patients with hand orthopaedic injuries: a randomized controlled trial. *Disability and Rehabilitation*, 2013; 35(19) 1647-1651.
- Sade I, İnanir M, Şen S, Çakmak E ve diğ. Rehabilitation outcomes in patients with early and two-stage reconstruction of flexor tendon injuries. *Journal of physical therapy science*, 2016; 28(8): 2214-2219.
- Sarhuş MÖ. Periferik Sinir Yaralanmaları Rehabilitasyonu. *Türkiye Klinikleri Nöroşirurji Dergisi*. Periferik Sinir Cerrahisi Özel Sayısı, 2010; 3(2): 85-90.
- Schoneveld K, Wittin H, Takken T. Clinimetric evaluation of measurement tools used in hand therapy to assess activity and participation. *Journal of Hand Therapy*, 2009; 22(3): 221-236.
- Scott J, Huskisson E. C. Graphic representation of pain. *Pain*, 1976; 2(2): 175-184.
- Seddon HJ. Three types of nerve injury. *Brain*. 1943; 66(4): 237-288.
- Smith J.W, Grabb ve diğ. *Grabb and Smith's Plastic Surgery*. Lippincott-Raven, 1997; 79-89.
- Snell RS. *Clinical neuroanatomy for medical students*. Little Brown and Company, Boston. 1980.
- Stannard C. F, Booth S.). *Churchill's pocketbook of pain*. Churchill Livingstone. 1998
- Stevens A, Lowe JS. *Human Histology*. Mosby, London, 1997.
- Stevens JA, Stoykov ME. Using motor imagery in the rehabilitation of hemiparesis. *Arch Phys Med Rehabil* 2003; 84: 1090.
- Stillwell GK, Thorsteinsson G. *Rehabilitation Procedures*. Dyck PJ, Thomas PK (Ed). *Peripheral Neuropathy*. WB Saunders Comp. Philadelphia, 1993.
- Stockert BW. *Peripheral Neuropathies*, Umphred DA (Ed). *Neurological Rehabilitation*. Mosby-Year Book, St Louis, 1995.

- Storm PB, Moriarity JL, Belzberg AJ. Nerve Injuries. Batjer HH, Loftus CM. (Ed) Textbook of Neurological Surgery, Lippincott Williams&Wilkins , Philadelphia, 2003; 2229-39.
- Sunderland S.S. The anatomy and physiology of nerve injury. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 1990; 13(9): 771-784.
- Şahin F, Akca H, Akkaya N ve diğ. Cost analysis and related factors in patients with traumatic hand injury. *Journal of hand surgery (European volume)*, 2013; 38(6): 673-679.
- Şirin S, Kahraman S. Üst Ekstremitte Periferik Sinir Travması ve Klinik Bulgular. *Türkiye Klinikleri Nöroşirurji Dergisi Periferik Sinir Cerrahisi Özel Sayısı*, 2010; 3(2): 14-9.
- Terenghi G. Peripheral nerve regeneration and neurotrophic factors. *J Anat.* 1999; 194(1): 1-14.
- Terzis JK, Smith KL. Repair and grafting of the peripheral nevre. McCarthy JG, May JW, Litter WJ (Ed). *Plastic surgery.*, WB Saunders, Philadelphia, 1990.
- Thomas PK, Berthold CH, Ochoa J. Microscopic anatomy of the peripheral nervous system. *Peripheral Neuropathy*. Dyck P (Ed). WB Saunders, Philadelphia, 1993.
- Uysal A, Kayıran O, Cüzdan S ve diğ. Elbilek volar yüz yaralanmalar cerrahi deneyimlerimiz. *Türk Plastik, Rekonstrüktif ve Estetik Cerrahi Dergisi*. 2007; 15(2).
- Uysal A, Yurtseven M, Baka M, ve diğ. Sıçanlarda sinus cavernosus içinde seyreden nervus abducens'e ait myelinli ve myelinsiz aksonların ultrastrüktürel incelenmesi. *Ege Tıp Dergisi*. 1996; 35: 105-109.
- Viqnos PJ Jr. Physical models of rehabilitation in neuromuscular disease. *Muscle Nerve*, 1983; 6(5): 323-38.
- Vural M, Arslantaş A. Periferik sinir cerrahisi teknikleri.. Aksoy K (Ed). *Temel Nöroşirurji. Türk Nöroşirurji Derneği Yayınları*, Ankara 2005.
- Vural M. Periferik Sinir Yaralanmaları. *Türkiye Klinikleri Nöroşirurji Dergisi Periferik Sinir Cerrahisi Özel Sayısı*, 2010; 3(2): 1-3.
- Waylett-Rendall J. Sensibility evaluation and rehabilitation. *Orth CI North America*, 1988; 19(1): 43-56.
- Wilcke M K, Abbaszadegan H, Adolphson P Y. Patient-perceived outcome after displaced distal radius fractures: a comparison between radiological parameters, objective physical variables, and the DASH score. *Journal of Hand Therapy*, 2007; 20(4): 290-299.
- Wilgis EFS. Nerve repair and grafting. Green D (Ed). *Operative Hand Surgery*. Churcill Livingstone, New York, 1988.
- Wong A M, McReelis K, Sharpe J A.). Saccade dynamics in peripheral vs central sixth nerve palsies. *Neurology*, 2006; 66(9): 1390-1398.
- Zult T, Howatso, G, Goodall S ve diğ. Mirror training augments the cross-education of strength and affects inhibitory paths. *Medicine And Science In Sports And Exercise*, 2016; 48(6): 1001-13.

9. ETİK KURUL ONAY FORMU



T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU



Etik Kurul Bilgileri	Adı	Kocaeli Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	Adres	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Ara Kat 41380 Umuttepe Yerleşkesi /KOCAELİ
	Telefon	0262 303 74 50
	Faks	0262 303 74 63
	E-Posta	gokactikurulu@kocaeli.edu.tr

Başvuru Bilgileri	Araştırmanın Adı	Elde periferik sinir yaralanmalarında ayna tedavisinin etkinliği			
	Araştırma Proje Numarası	KÜ GOKAEK 2017/243			
	Sorumlu Araştırmacı	Yrd. Doç. Dr. Ilgin SADE			
	Ünvanı/Adı/Soyadı				
	Sorumlu Araştırmacının Uzmanlık Alanı	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon			
	Araştırma Merkezi	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon AD			
	Destekleyici	-			
	Araştırmanın Türü	Yüksek Lisans Tezi			
Araştırmaya Katılan Merkezler	Tek Merkezli	Çok Merkezli	Ulusal	Uluslararası	
	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Değerlendirilen Belgeler	Belge Adı	Var	Yok	Açıklama
		Başvuru Dilekçesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	Başvuru Formu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Araştırmanın Türü	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Egzersiz gibi vücut fizyolojisi ile ilgili araştırma
	Araştırma Protokolü	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Kullanılacak Form Örnekleri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Aydınlatılmış Onam Formu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Araştırma Bütçesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Literatür Özeti	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Taahhütname	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Biyolojik Materyal Transfer Anlaşması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	İzin Belgeleri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Başhekimlik Onay	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Özgeçmişler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Değişiklik Bilgi Formu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Proje Sonuç Formu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	Diğer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

KÜ Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Onay Formu

Belge Kodu	Revizyon / No	Sayfa
Onay Formu	21.08.2016/KÜGOKAEK/1	1/2

Karar Bilgileri	Karar No: KÜ GOKAEK 2017/13.13 Proje No: 2017/243 Tarih: 20/09/2017
	Yrd. Doç. Dr. İlgin SADE sorumluluğunda yapılan ve yukarıda bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler, araştırmanın gerekçesi, amacı, yaklaşım ve yöntemleri, gönüllüler için beklenen yarar ve riskler dikkate alınarak değerlendirilmiş ve araştırmanın ilgili protokol doğrultusunda belirtilen merkeplerde yürütülmesi etik açıdan, <input type="checkbox"/> Uygun bulunmuştur. <input checked="" type="checkbox"/> Eksikliklerin tamamlanması koşulu ile uygun bulunmuştur.* <input type="checkbox"/> Uygun bulunmamıştır.*

Dayanakları	Hasta Hakları Yönetmeliği (01.08.1998/23420); Biyoloji ve Tıbbın Uygulanması Bakımından İnsan Hakları ve İnsan Haysiyetinin Korunması Sözleşmesi; İnsan Hakları ve Biyotıp Sözleşmesinin Uygun Bulunduğuna Dair Kanun (09.12.2003/25311); Biyotıp Araştırmalarına İlişkin İnsan Hakları ve Biyotıp Sözleşmesine Ek Protokolün Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun (29.03.2011/27899); İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik (13.04.2013/28617); Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Yönetmeliği (06.09.2014/29111); Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi; İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu; Türk Tabipleri Birliği Hekimlik Meslek Etiği Kuralları; Türk Tabipleri Birliği Araştırma Etiği Bildirgesi
-------------	--

Etik Kurul Üyeleri

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile İlişki		Toplantıda Bulunma		İmza
Prof. Dr. Kadir Babaoğlu Başkan	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> H	
Prof. Dr. İ. Erdem Okay Üye	Genel Cerrahi	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> E	<input checked="" type="checkbox"/> H	
Prof. Dr. Haluk Emre Özel Üye	Restoratif Diş Tedavisi	Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> H	
Doç. Dr. Canan Baydemir Üye	Biyostatistik	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input type="checkbox"/> E	<input checked="" type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> H	
Doç. Dr. Şemil Selcen Göğmez Üye	Farmakoloji	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input type="checkbox"/> E	<input checked="" type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> E	<input checked="" type="checkbox"/> H	
Doç. Dr. Özlem Yıldız Gündoğdu Üye	Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input type="checkbox"/> E	<input checked="" type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> H	
Doç. Dr. Yusufhan Yazır Üye	Histoloji ve Embriyoloji	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> H	
Yrd. Doç. Dr. Ashkan Akpınar Raportör	Tıp Tarihi ve Etik	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input type="checkbox"/> E	<input checked="" type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> H	
Yrd. Doç. Dr. Coşta Eraldemir Üye	Biyokimya	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input type="checkbox"/> E	<input checked="" type="checkbox"/> K	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> H	<input type="checkbox"/> E	<input type="checkbox"/> H	

* Gerekçe ve öneriler: Aynı taburhan etikli bulunması halinde hastalarin proteko ab neredeyse uygulanabilir sunulmuş

9. ÖZGEÇMİŞ

1. BİREYSEL BİLGİLER

Adı Soyadı: Serkan KABLANOĞLU

Doğum Yeri ve Tarihi: Kocaeli / 1981

Uyruğu: TC

Çalıştığı Kurum: Kocaeli Üniversitesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon A.D

İletişim: Serdar Mah. Yavuz Cad. 25/4 Başiskele/KOCAELİ

2. EĞİTİM

2015-....: Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü İş ve Uğraşı Terapisi Programı Bilim Uzmanlığı (Yüksek Lisans)

2013-2017: İstanbul Üniversitesi AUZEF (Sağlık Yönetimi)

2005-2009: Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesi

2002-2004: Kocaeli Üniversitesi Yahya Kaptan MYO İş ve Uğraşı Terapisi Bölümü

3. YABANCI DİL

İngilizce

4. MESLEKİ DENEYİM

2005-....: Kocaeli Üniversitesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon A.D.

5. BİLİMSEL ETKİNLİKLER

Sade I, İnanir M, Şen S, Çakmak E, Kablanoğlu S, Selçuk B, Dursun N. Rehabilitation outcomes in patients with early and two-stage reconstruction of flexor tendon injuries. Journal Of Physical Therapy Science. 2016; 28(8): 2214-9