

T.C.

AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

SPİNAL KORD YARALANMALI HASTALARDA ROBOT
YARDIMLI EL TERAPİSİNİN EL FONKSİYONLARI VE
YAŞAM KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ: RANDOMİZE
KONTROLLÜ ÇALIŞMA

Dr. Melek Rukiye TAŞGIN

TIPTA UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Sevda ADAR

2023-AFYONKARAHİSAR

T.C.

AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

**SPİNAL KORD YARALANMALI HASTALARDA ROBOT
YARDIMLI EL TERAPİSİNİN EL FONKSİYONLARI VE
YAŞAM KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ: RANDOMİZE
KONTROLLÜ ÇALIŞMA**

Dr. Melek Rukiye TAŞGIN

TIPTA UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN

Dr. Öğr. Üyesi Sevda ADAR

2023-AFYONKARAHİSAR

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir şekilde elde edildiğini beyan ederim. Aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi belirtirim.

Dr. Melek Rukiye TAŞGIN



T.C.

AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ

TIP FAKÜLTESİ

FİZİKSEL TIP ve REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

Tez Başlığı: Spinal Kord Yaralanmalı Hastalarda Robot Yardımlı El Terapisinin El Fonksiyonları ve Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisi: Randomize Kontrollü Çalışma

Tez Hazırlayan: Arş. Gör. Dr. Melek Rukiye TAŞGIN

Tez Savunma Tarihi: 02.11.2023

Tez Kabul Tarihi: 02.11.2023

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Sevda ADAR

İş bu çalışma jürimiz tarafından FİZİKSEL TIP ve REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI'nda TIPTA UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan

Prof. Dr. Ümit DÜNDAR

Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon AD

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Sevda ADAR

Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon AD

Öğretim Üyesi

Üye

Doç. Dr. Hilal Yeşil

Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon AD

Öğretim Üyesi

Onay

DEKAN

Prof. Dr. Necip BECİT

III

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca klinik deneyim ve bilgilerinden faydalandığım Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Başkanı değerli hocam Prof. Dr. Ümit DÜNDAR'a;

Tez çalışmamın tüm aşamalarında bana yardımcı olan, bilgi ve tecrübelerinden yararlanmaktan onur duyduğum tez hocam Dr. Öğr. Üyesi Sevda ADAR'a;

Asistanlık süresince bilgi ve tecrübelerinden faydalanmaktan hep mutluluk duyacağım değerli hocalarım Prof. Dr. Hasan TOKTAŞ, Doç. Dr. Hilal YEŞİL, Doç. Dr. Selma EROĞLU, Dr. Öğr. Üyesi Nuran EYVAZ, Dr. Öğr. Üyesi Ersin BEŞTAŞ'a, ve asistanlık sürecimin bir bölümünde çalışma fırsatı bulduğum değerli hocam Uzm. Dr. Murat KORKMAZ'a;

Asistanlığım boyunca tanıma ve çalışma olanağı bulduğum ve çalışmaktan mutlu olduğum tüm uzman ve asistan arkadaşlarıma;

Kliniğimizin tüm hemşire, fizyoterapist, tekniker ve yardımcı sağlık personeline;

Asistanlık döneminde tanıma fırsatı bulduğum kıymetli arkadaşım Uzm. Dr. Nur DOĞANLAR'a;

Beni yetiştiren, desteklerini hiçbir zaman benden esirgemeyen, emeklerini asla ödeyemeyeceğim annem Memduha GÜVENÇ'e, babam Turan GÜVENÇ'e, ablam Fatma GÜVENÇ ÇİĞ ve kardeşim Yunus Emre GÜVENÇ'e;

Bana her konuda destek olan, asistanlık eğitimim boyunca anlayış ve sevgisini hissettiğim eşim Veli TAŞGIN'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Melek Rukiye TAŞGIN

AFYONKARAHİSAR-2023

**SPİNAL KORD YARALANMALI HASTALARDA ROBOT
YARDIMLI EL TERAPİSİNİN EL FONKSİYONLARI VE YAŞAM
KALİTESİ ÜZERİNE ETKİSİ: RANDOMİZE KONTROLLÜ ÇALIŞMA**

Dr. Melek Rukiye TAŞGIN

Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi

Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi

Kasım 2023

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Sevda ADAR

ÖZET

Amaç: Spinal kord yaralanmalı hastalarda el fonksiyonlarının iyileştirilmesi günlük yaşam aktivitelerinin kolaylaştırılması açısından önemlidir. Robot yardımcı terapi bir bilgisayar programı ve mekanik bir cihaz yardımıyla uygulanan egzersizlerden oluşan tedavi yöntemidir. Robot yardımcı terapi yüksek yoğunluklu, sık tekrarlı ve fonksiyonel tedavi imkanı sunmaktadır. Bu çalışmada spinal kord yaralanmalı hastalarda robot yardımcı el terapisinin el fonksiyonları ve yaşam kalitesi üzerindeki etkinliğini değerlendirmek amaçlandı.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamızda 15.11.2021-15.05.2023 tarihleri arasında Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon kliniğine rehabilitasyon amacıyla başvuran 18-65 yaş arası, spinal kord yaralanması sonrası tetrapleji gelişen 41 hasta değerlendirildi. Dahil edilme kriterlerini karşılayan 38 hastadan çalışmayı tamamlayan 30 hastanın verileri incelendi. Hastaların demografik verileri kaydedildi. Hastalar robot yardımcı terapi grubu ve konvansiyonel terapi grubu olmak üzere randomize olarak iki gruba ayrıldı. Konvansiyonel terapi grubuna her iki el için 30'ar dakika pasif ve aktif asistif eklem hareket açıklığı egzersizleri, güçlendirme egzersizleri ve görev odaklı egzersizlerden oluşan egzersiz programı uygulandı. Robot yardımcı terapi grubu bu tedaviye ek olarak haftada 5 gün her iki ele 30'ar dakika olacak şekilde el-parmak robotu ile robot yardımcı tedavi aldı. Robotik rehabilitasyonda devamlı pasif eklem hareket açıklığı, aktif assistif egzersiz ve oyun terapisi programları kullanıldı. Her iki gruba haftada 5 gün olacak şekilde 6 hafta boyunca toplam 30 seans tedavi verildi. Değerlendirme parametreleri; el becerisi için Sollerman El Fonksiyon Testi ve Kutu Blok testi; el kavrama gücü ve parmak sıkıştırma gücü için dinamometre; aktivite kısıtlılığı için Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği ve Omurilik Yaralanması Bağımsızlık Ölçeği III; sosyal katılım için SF-36 Yaşam Kalitesi Ölçeği kullanıldı. Değerlendirmeler, tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) yapıldı. İstatistiksel analizde SPSS 25.0 programı kullanıldı. $p<0,05$ değeri anlamlı kabul edildi.

Bulgular: Değerlendirmeye alınan 30 hastanın; robot yardımcı terapi grubunda 2'si kadın (%13,3) ve 13'ü erkek (%86,7), konvansiyonel terapi grubunda 1'i kadın (% 6,7) ve 14'ü erkekti (%93,3) (p= 0,543). Her iki grupta grup içi tedavi sonrası (T1) değerlendirmelerde tedavi öncesine (T0) göre Üst Ekstremit Motor Skor, Sollerman El Fonksiyon Testi, sol el için Kutu Blok Testi, Omurilik Yaralanması Bağımsızlık Ölçeği kendine bakım, hareketlilik ve total skoru, Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği kendine bakım ve total skoru parametrelerinde anlamlı iyileşme saptandı. Robot yardımcı terapi grubunda ek olarak sağ el için kutu blok testi, sol el için kavrama gücü, sol el için parmak ucu, lateral ve palmar sıkıştırma gücü, sağ el için parmak ucu sıkıştırma gücü, Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği transfer alt parametresi ve SF-36 emosyonel rol kısıtlılığı alt parametresinde tedavi öncesine göre anlamlı iyileşme saptandı. El fonksiyonlarının Sollerman El fonksiyon Testi ve Kutu Blok Testi ile değerlendirmesinde tedavi öncesinde gruplar başlangıçta benzerken tedavi sonrasında robot yardımcı terapi grubunda daha yüksek saptandı (p<0,05). Aktivite kısıtlılığının Omurilik Yaralanması Bağımsızlık Ölçeği III ile değerlendirmesinde gruplar başlangıçta benzerken tedavi sonrasında kendine bakım alt parametresinde robot yardımcı terapi grubunda daha yüksek saptandı (p<0,05).

Sonuç: Spinal kord yaralanmalı tetraplejik hastalarda konvansiyonel terapiye eklenen robot yardımcı el terapisi, konvansiyonel terapiye kıyasla el fonksiyonları ve yaşam kalitesini iyileştirmektedir.

Anahtar kelimler: Omurilik yaralanmaları, tetrapleji, el rehabilitasyonu, robotik rehabilitasyon, el fonksiyonları, yaşam kalitesi

**EFFECT OF ROBOT-ASSISTED HAND THERAPY ON HAND
FUNCTIONS AND QUALITY OF LIFE IN PATIENTS WITH SPINAL
CORD INJURY: RANDOMISED CONTROLLED TRIAL**

Dr Melek Rukiye TAŞGIN

Afyonkarahisar University of Health Sciences

Faculty of Medicine Department of Physical Medicine and Rehabilitation

Thesis

November 2023

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Sevda ADAR

ABSTRACT

Objective: Improving hand functions in spinal cord injury patients is important to facilitate daily living activities. Robot-assisted therapy is a treatment method consisting of exercises performed with the help of a computer program and a mechanical device. Robot-assisted therapy offers high-intensity, frequently repeated and functional treatment. This study aimed to evaluate the effectiveness of robot-assisted hand therapy on hand functions and quality of life in patients with spinal cord injuries.

Materials and Methods: In our study, 41 patients aged 18-65 who applied to Afyonkarahisar Health Sciences University Physical Medicine and Rehabilitation clinic for rehabilitation between 15.11.2021-15.05.2023 and who developed tetraplegia after spinal cord injury were evaluated. Of the 38 patients who met the inclusion criteria, the data of 30 patients who completed the study were examined. Demographic data of the patients were recorded. The patients were randomly divided into two groups: robot-assisted therapy group and conventional therapy group. An exercise program consisting of passive and active assistive joint range of motion exercises, strengthening exercises and task-oriented exercises was applied to the conventional therapy group for 30 minutes for both hands. In addition to this treatment, the robot-assisted hand therapy group received robot-assisted treatment with a hand-finger robot for 30 minutes on each hand, 5 days a week. Continuous passive joint range of motion, active assistive exercises and game programs were used in robotic rehabilitation. Both groups received a total of 30 treatment sessions, 5 days a week for 6 weeks. Evaluation parameters included Sollerman Hand Function Test and Box Block test for dexterity, dynamometer for hand grip strength and finger pinch strength; Functional Independence Scale and Spinal Cord Injury Independence Scale III for activity limitation; SF-36 Quality of Life Scale was used for social participation.

Evaluations were made before treatment (T0) and after treatment (T1). SPSS 25.0 program was used in statistical analysis and p value <0.05 was considered significant.

Results: Of the 30 patients evaluated; there were 2 women (13.3%) and 13 men (86.7%) in the robot-assisted therapy group, and 1 woman (6.7%) and 14 men (93.3%) in the conventional therapy group (p = 0.543). In both groups, a significant improvement was found in the Upper Extremity Motor Score, Sollerman Hand Function Test, Box and Block Test for the left hand, Spinal Cord Independence Measure-III self-care, mobility and total score, Functional Independence Measure self-care and total score after treatment (p < 0.05). Additionally, in the robot-assisted hand therapy group, a significant improvement was found in the box and block test for the right hand, grip strength for the left hand, fingertip, lateral and palmar pinch strength for the left hand, fingertip pinch strength for the right hand, Functional Independence Measure transfer subparameter and SF-36 emotional role limitation after treatment (p<0.05). In the evaluation of hand functions with Sollerman Hand Function Test and Box and Block Test, while the groups were similar at the beginning, higher scores were detected in the robot-assisted hand therapy group compared to the conventional therapy group after the treatment (p<0.05). In the evaluation of activity limitation with the Spinal Cord Injury Independence Scale III, the groups were similar at the beginning, higher scores were detected in the self-care subparameter in the robot-assisted hand therapy group compared to the conventional therapy group after treatment (p<0.05).

Conclusion: Robot-assisted hand therapy added to conventional therapy in tetraplegic patients with spinal cord injury improves hand functions and quality of life.

Key words: Spinal cord injuries, tetraplegia, hand rehabilitation, robotic rehabilitation, hand functions, quality of life

İÇİNDEKİLER

İÇ KAPAK	I
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	II
KABUL VE ONAY SAYFASI.....	III
TEŞEKKÜR	IV
ÖZET	V
ABSTRACT	VII
İÇİNDEKİLER.....	IX
KISALTMALAR	XIII
TABLolar DİZİNİ	XV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XVI
1.GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. SPİNAL KORD YARALANMASI	3
2.1.1. Spinal Kord Anatomisi	3
2.1.2. Tarihçe, Epidemiyoloji ve Etyoloji	5
2.1.3. Yaralanmanın Nörofizyopatolojisi	7
2.1.4. Yaralanma Sonrası Meydana Gelen Biyokimyasal Değişiklikler	10
2.1.6. Spinal Kord Yaralanmalı Hastalarda Nörolojik Değerlendirme	11
2.1.6.1. Motor Muayene	12
2.1.6.2. Duyu Muayenesi	13

2.1.7. Spinal Kord Yaralanması Sonrası Klinik Tablolar.....	16
2.1.8 Motor Nöron Sendromları	17
2.1.9. İnkomplet Yaralanma Sendromları	17
2.1.9.1. Santral Kord Sendromu	17
2.1.9.2. Brown Sequard Sendromu	18
2.1.9.3. Anterior Kord Sendromu.....	18
2.1.9.4. Posterior Kord Sendromu.....	19
2.1.9.5. Konus Medullaris Sendromu (KMS)	19
2.1.9.6. Kauda Ekuina Sendromu.....	20
2.1.12. SKY Sonrası Görülen Komplikasyonlar	20
2.1.10. Prognoz	23
2.1.11. Yaralanma Seviyesine Göre Beklenen Fonsiyonel İyileşme.....	26
2.1.11.1. C1-C4 Nörolojik Seviyeli Tetraplejikler	26
2.1.11.2. C5 Nörolojik Seviyeli Tetraplejikler	27
2.1.11.3. C6 Nörolojik Seviyeli Tetraplejikler	27
2.1.11.4. C7-C8 Nörolojik Seviyeli Tetraplejikler.....	28
2.2. SKY'LI HASTALARDA YAŞAM KALİTESİ.....	29
2.3. SKY'Lİ HASTALARDA REHABİLİTASYON	29
2.3.1. Rehabilitasyon Sürecinde Amaç.....	29
2.3.2. Rehabilitasyonun Bileşenleri	30
2.3.3. Rehabilitasyonda Geleneksel Yöntemler.....	30

2.3.5. Egzersiz Tedavisine Yardımcı Tedavi Yöntemleri	33
2.3.5.1. Elektriksel Stümilasyon.....	33
2.3.5.2. İş Uğraşı Terapisi	33
2.3.5.3. Sanal Rehabilitasyon	34
2.3.5.4. Robotik Rehabilitasyon	34
2.4. SKY SONRASI EL-PARMAK REHABİLİTASYONU	35
2.4.1. El Fonksiyonları	35
2.4.2. El Fonksiyonlarının Tetraplejik Hastalarda Önemi.....	37
2.4.2. Tetraplejik Hastalarda El-Parmak Rehabilitasyonu	38
2.5. ROBOT YARDIMLI TERAPİ.....	38
2.5.1. Giriş	38
2.5.2. Robot Yardımlı Terapi Avantajları.....	38
2.5.3. AMADEO El-Parmak Robotu.....	42
3. GEREÇ VE YÖNTEM	46
3.1. ÇALIŞMA TASARIMI.....	46
3.2. HASTALARIN SEÇİMİ	46
3.3. DEĞERLENDİRME PARAMETRELER VE ÖLÇEKLER	47
3.3.1. Kognitif Değerlendirme.....	48
3.3.2. Nörolojik Değerlendirme.....	48
3.3.3. Spastisitenin Değerlendirilmesi	48
3.3.4. El Fonksiyonlarının Değerlendirmesi.....	49

3.3.5. El Kavrama ve Parmak Sıkıştırma Gücü Değerlendirmesi	50
3.3.6. Aktivite Kısıtlılığı Değerlendirmesi	51
3.3.7. Sosyal Katılımın Değerlendirilmesi	52
3.4. TEDAVİ PROGRAMI	52
3.4.1. Robot Yardımlı Terapi.....	52
3.5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ.....	55
4. BULGULAR	56
4.1. HASTA SEÇİMİ	56
4.2. HASTALARIN DEMOGRAFİK VERİLERİ.....	57
4.3. HASTALARIN KLİNİK VERİLERİNİN TEDAVİ ÖNCESİ VE TEDAVİ SONRASI GRUPLAR ARASI KARŞILAŞTIRMASI	60
4.3.1 ASİA Üst Ekstremitte Motor Skoru	60
4.3.2 Spastisite Değerlendirmesi	61
4.3.3 El Fonksiyonları Test Değerlendirme Sonuçları	62
4.1.4 El Kavrama ve Parmak Sıkıştırma Gücü Değerlendirmeleri.....	64
4.1.5 Aktivite Kısıtlılığı Değerlendirmesi	66
4.3.6. Yaşam Kalitesi Değerlendirmeleri	69
5. TARTIŞMA	71
6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER	86
7. KAYNAKÇA	88
EKLER	98

KISALTMALAR

ABS: ASIA Bozukluk Skalası

ASIA: American Spinal Injury Association

AMN: Alt motor nöron

BDNF: Beyin türevli nörotrofik faktör

CPM: Sürekli pasif hareket

DOF: Serbestlik derecesi

EHA: Eklem hareket açıklığı

FBÖ: Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği

GRASSP: Kademeli güç, duyarlılık ve kavrama testi

GYA: Günlük yaşam aktiviteleri

JEFT: Jebsen Taylor El Fonksiyon Testi

KBT: Kutu Blok test

KMS: Konus Medullaris Sendromu

KT: Konvansiyonel terapi

MAS: Modifiye aschworth skalası

MMT: Mini Mental Test

MSS: Merkezi sinir sistemi

NYS: Nörolojik yaralanma seviyesi

OYBÖ III: Omurilik Yaralanması Bağımsızlık Ölçeği III

RKÇ: Randomize kontrollü çalışma

RYT: Robot yardımcı terapi

SEFT: Sollerman el fonksiyon testi

SF-36: Short-form 36

SKY: Spinal kord yaralanması

TE: Test edilemeyen

TS: Tekerlekli sandalyeleri

ÜEMS: Üst ekstremité motor skor

ÜMN: Üst motor nöron

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1: Kas Gücü Evrelemesi.....	13
Tablo 2: Anahtar Kasların Seviye ve Motor Fonksiyonları (1).....	13
Tablo 3: Hafif Dokunma Duyusunun Puanlaması	14
Tablo 4: İğne Duyusunun Puanlaması.....	14
Tablo 5: Nörolojik Seviyeye Göre Hedeflenen Fonksiyonel Durum	28
Tablo 6: Erken Dönem Rehabilitasyonda Temel Basamaklar (93).....	32
Tablo 7: Çalışma gruplarının demografik verilere göre karşılaştırılması	58
Tablo 8: Grupların yaralanma süresi, etiyolojileri, yaralanan seviye, nörolojik yaralanma seviyesi ve ABS verilerinin karşılaştırılması	60
Tablo 9: ASIA ÜEMS grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması	61
Tablo 10: Spastisitenin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması	62
Tablo 11: SEFT'nin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması.....	63
Tablo 12: KBT'nin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması	64
Tablo 13: El kavrama gücünün gruplar içi ve gruplar arası karşılaştırması..	65
Tablo 14: Parmak sıkıştırma gücünün gruplar arası ve grup içi karşılaştırması	66
Tablo 15: OYBÖ-III grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması	67
Tablo 16: FBÖ grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması	68
Tablo 17: SF-36 grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması	70

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1: Spinal kord ve spinal sinirlerin anatomik ilişkisi (27).....	4
Şekil 2: Medulla spinalis transvers kesit inen ve çıkan yollar (27)	5
Şekil 3: Hiperekstansiyon yaralanması, çoklu fraktür ve subluksasyon görselleri (27).....	8
Şekil 4: Primer-sekonder yaralanma ve sekonder yaralanma fazları (45)	9
Şekil 5: Yaralanmanın Nörofizyopatolojisi (43)	10
Şekil 6: ASIA Uluslararası Standartlar Muayene Formu (54).....	12
Şekil 7: ABS'ye göre nörolojik sınıflama (33).....	16
Şekil 8: Lezyon yerine göre klinik prezentasyon (56).....	17
Şekil 9: Santral kord sendromu (56)	18
Şekil 10: Brown sequard sendromu (56)	18
Şekil 11: Anterior kord sendromu (56).....	19
Şekil 12: Posterior Kord Sendromu (56)	19
Şekil 13: Kauda Equina Anatomisi (27)	20
Şekil 14: Sollerman'ın tanımladığı günlük yaşamda kullanılan 8temel el tutuşu.....	36
Şekil 15: Sırayla ekzoskeloton,end efektör ve kombine cihaz örnekleri (103)	40
Şekil 16: AMADEO El-Parmak Robotu.....	43
Şekil 17: Eş zamanlı geri bildirim bilgisayar ekranı.....	43
Şekil 18: Oyun terapisi elma ağacı görseli	44

Şekil 19: Sollerman'ın el fonksiyon testinde kullandığı ekipmanlar (107) ...	49
Şekil 20: SEFT Ekipmanı	50
Şekil 21: Kutu Blok Testi	50
Şekil 22: El dinamometresi kullanım şekli	51
Şekil 23: El-parmak robotunda hasta pozisyonlaması	53
Şekil 24: Robot yardımcı terapi uygulama görselleri	53
Şekil 25: Konvansiyonel terapi uygulama görselleri	54
Şekil 26: Hasta seçimi akış şeması	56

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Spinal kord yaralanması (SKY), ömür boyu engelliliğe neden olan en yıkıcı yaralanmalardan biri olarak kabul edilmektedir (1,2). Dünya çapında meydana gelen yıllık 250.000 ile 500.000 yeni SKY vakası tetraplejik ve paraplejik bireyler için, her anlamda yaşamı olumsuz yönde etkilemektedir (3). Tetraplejisi olan bireylerde üst ekstremitelerde, gövde ve alt ekstremitelerde kuvvet ve fonksiyon bozukluğu mevcuttur (4). Yaralanmanın tipine (komplet-inkomplet) ve yaralanma seviyesine göre her bireyin ihtiyaç duyduğu yardım düzeyi farklılık göstermektedir. Tetraplejinin yönetimi, belirlenen fonksiyonel hedeflere ve hastanın özel eksikliklerine göre bireyselleştirilmelidir. Etkili rehabilitasyon programının amacı, başkalarına bağımlı olarak ve yatakta geçirilen süreyi azaltmak, kişisel bağımsızlığı sağlamak ve en önemlisi yaşam kalitesini yükseltmektir (5).

SKY'li bireylerde dört işlev alanı özellikle önemini korumaktadır Bunlar bağırsak ve mesane işlevi, cinsel işlev ve motor bozukluklardır. Motor bozukluklar yürüme ve kol/el işlevini içerir. Kol ve el işlevi, tetraplejili kişiler için rehabilitasyonun temel hedeflerindedir. Kol ve el fonksiyonu, çoğu aktivitede bağımsızlık ile yakından ilişkilidir ve üst ekstremitelerde fonksiyonundaki bozukluklar, bağırsak ve mesane yönetimi gibi diğer birçok alandaki zorlukları artırabilir (6). Ayrıca azalan üst ekstremitelerde motor fonksiyonları veya el işlev bozuklukları bireyin günlük yaşam aktivitelerini (GYA) başarıyla gerçekleştirme yeteneğini etkiler. Bu nedenle, üst ekstremitelerde fonksiyonundaki gelişmeler beslenme, giyinme, günlük bakım, banyo, temizlik ihtiyaçları, transfer ve diğer fonksiyonel GYA aktivitelerde anlamlı fark yaratabilir (7). Tetraplejili bireyler için kol ve el fonksiyonlarının geri kazanılmasının yaşam kalitesini etkileyen en önemli faktör olduğunun bildirildiği birçok klinik çalışmalar mevcuttur (6,8,9). Ayrıca bu işlev, tetraplejili hastaların en çok yeniden kazanmak istedikleri işlevdir (10).

SKY sonrası eklem hareket açıklığı (EHA) egzersizleri, kas dayanıklılığını artıran güçlendirme egzersizleri, denge ve mobilite egzersizleri geleneksel tedavi yaklaşımları kapsamındadır (1). Geleneksel tedavi yaklaşımlarına yardımcı birçok yöntem bulunmaktadır. SKY'li bireylerinin çoğunluğunun genç yaşta olması nedeniyle hastaların en verimli yıllarında olduğu ve yaşam beklentisinin sağlıklı

popülasyondakilere yaklaştığı göz önünde bulundurulduğunda, periferik kas kontrolünün iyileştirilmesine ve merkezi sinir sisteminin (MSS) iyileşmesine odaklanan daha agresif tedavi stratejilerine ihtiyaç duyulmaktadır (2). Son zamanlarda, motor öğrenme teorisine dayanan tedavinin, bozulmuş üst ekstremitte fonksiyonunun iyileşmesinde etkili olduğu bildirilmiştir. Optimum hareket hedefine ulaşmaya yardımcı olmak için mümkün olduğunca sık tekrarlayan hareketlerle, hastaların MSS'nin iyileşmesine yol açan motor becerileri öğrenebildiği gösterilmiştir (11). Tekrarlayan ve aktiviteye dayalı egzersizin, uygulamaya bağlı beyin ve omurilik nöroplastisitesini indükleyerek SKY sonrası iyileşmeye ciddi miktarda destek olduğu bildirilmiştir (12). Bu bağlamda, robot yardımcı terapi (RYT), tetraplejili hastalara rehabilite edici tedavi sunmanın alternatif bir yolu olabilir, çünkü RYT, konvansiyonel terapiye kıyasla daha az çaba harcayarak tutarlı bir şekilde yüksek yoğunluklu, sık tekrarlı ve göreve özgü eğitim imkanı sağlar (13). Bu sayede en karmaşık istemli motor kontrol merkezlerini ve ayna nöron ağını, somatosensöriyel uyarımı artırarak geliştirmeye yardımcı olur (14). Hastalar tarafından iyi tolere edilmesi ve yan etkisinin olmaması avantajlarından (15). Cihazlarda bulunan sanal rehabilitasyonla entegre oyun programları rehabilitasyonu eğlenceli hale getirerek hastaların tedaviye iştirak etmelerini artırır (16). Hastaların motivasyonunu, işbirliğini ve memnuniyetini artırmak tedavinin başarısını artırabilir (17).

Subakut ve kronik inmeli hastalarla yapılan çalışmalarda RYT'nin el motor fonksiyonlarının gelişimi üzerinde etkili olduğu saptanmıştır (18–20). RYT'nin inme geçirmiş olan hastalara uygulanmasıyla ilgili mevcut bol miktarda çalışma ile karşılaştırıldığında, tetraplejili kişilerde RYT'nin etkinliğini araştıran çalışmalar oldukça sınırlıdır. SKY'li hastalarda RYT'nin fonksiyonel sonuçlar üzerinde olumlu etkilerini gösteren çalışmalar mevcuttur (21,22). Mevcut literatür incelendiğinde robotik rehabilitasyon sonrası hastaların özellikle günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirebilme becerisinin ne derecede geliştiğini inceleyen çalışmaların yeterli olmadığı görülmektedir. Robot yardımcı el terapisi ile ilgili yapılan çalışmaların azlığı göz önünde bulundurulduğunda daha büyük ölçekli ve uzun dönem takipli çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmüştür. Bu çalışmada SKY'li hastalarda konvansiyonel terapiye eklenen robot yardımcı el terapisi ile konvansiyonel fizyoterapinin el fonksiyonları ve yaşam kalitesi üzerine etkilerini karşılaştırmayı amaçlamaktayız.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. SPİNAL KORD YARALANMASI

SKY omurilik veya omurilikten çıkan sinir köklerinin omurilik kanalı içinde zarar görmesidir. Zayıflatıcı veya kalıcı motor ve duyuşsal kayıplara neden olması sonucu psikolojik, fiziksel ve sosyal yaşam kalitesinin düşmesine neden olan durumlardır (23,24).

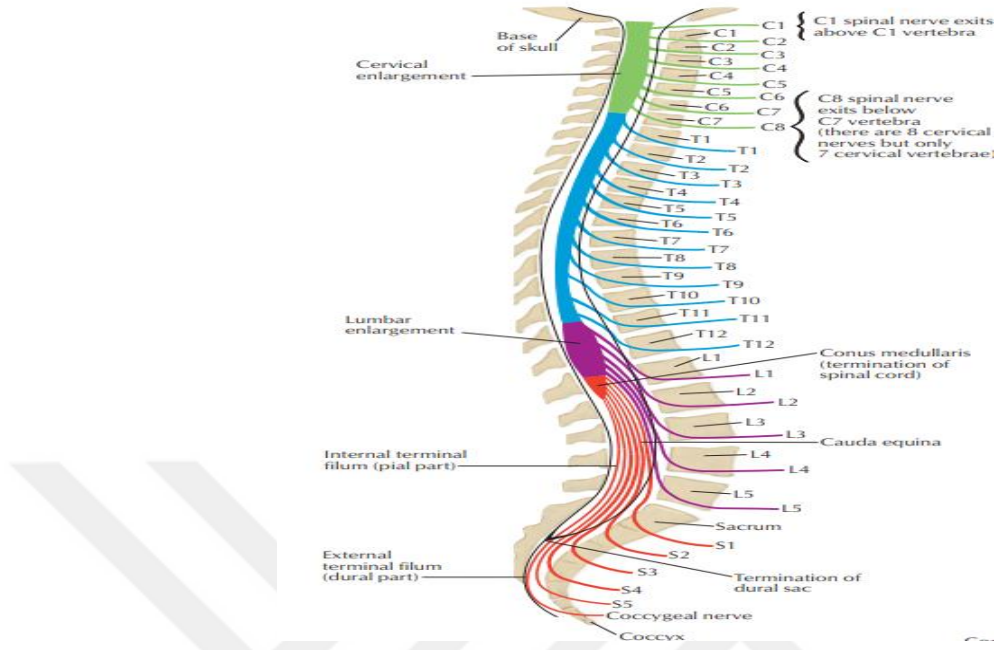
2.1.1. Spinal Kord Anatomisi

Spinal kord, diğler isimleriyle omurilik veya medulla spinalis, spinal kanal içinde bulunur. Vertebral kanalın tüm uzunluğu boyunca uzanmaz kanalın üçte ikisini kaplar. Spinal kord uzunluğu erkeklerde yaklaşık 45 cm, kadınlarda 43 cm olup, genişliği servikal ve lomber bölgede 1,27 cm'den torakal bölgede ise 64 mm'ye kadar değişmektedir (25). Ağırlığı 30 gram civarındadır. Vertebra korpusunun posterior yüzü ile vertebral ark ortasında bulunan alan vertebral kanal olarak isimlendirilir. Omurilik kanalı 7 servikal, 12 torakal, 5 lomber, 5 sakral ve 4 koksigeal olmak üzere 33 vertebradan oluşur (26).

Medulla spinalis, merkezi sinir sisteminin beyin ve beyincikten sonraki kısmını meydana getirir. Beyin sapından başlayarak foramen magnumdan geçer. Embriyonel dönemin yaklaşık olarak üçüncü ayına kadar columna vertebralis'in tamamını kaplar. Bu dönemden sonra kemik yapı daha hızlı büyüyerek gelişir ve medulla spinalis'in alt ucu olan conus medullaris olarak L1-L2 vertebra seviyesinde sonlanır. L2 seviyesinin altında kordun sinir lifleri kauda equina olarak devam eder. Kauda equina, spinal kord lomber bölgesi ve konus medullaristen koksikse uzanan sinir demetlerinden oluşur. İnce nöral olmayan bir zar olan filum terminale conus medullaris apeksi ile koksiksin ilk kısmı arasında uzanır ve omuriliği sabitler. Filum terminale S2 seviyesine kadar intradural devam eder ve filum terminale internus olarak adlandırılır. S2 seviyesinden sonra dura dışına çıkarak filum terminale eksternus adıyla koksikte sonlanır (1,25) (Şekil 1).

8 servikal, 12 torakal, 5 lomber, 5 sakral, 1 koksigeal olmak üzere 31 sinir kökü segmenti vardır. İlk 7 çift sinir kökü aynı numaralı vertebra üzerinden çıkar. 8 inci

sinir kökleri C7-T1 arasından çıkar. Torakal ve lomber bölgedeki kökler aynı numaralı vertebranın altından çıkarlar (1) (Şekil 1).



Şekil 1: Spinal kord ve spinal sinirlerin anatomik ilişkisi (27)

Medulla spinalis transvers kesitte incelendiğinde, merkezde gri cevher ve onu çevreleyen beyaz cevher görülür. Beyaz cevherde inen ve çıkan yollara ait aksonlar bulunur (1). Beyaz cevherin yapısı 3 bölgeye ayrılır (28).

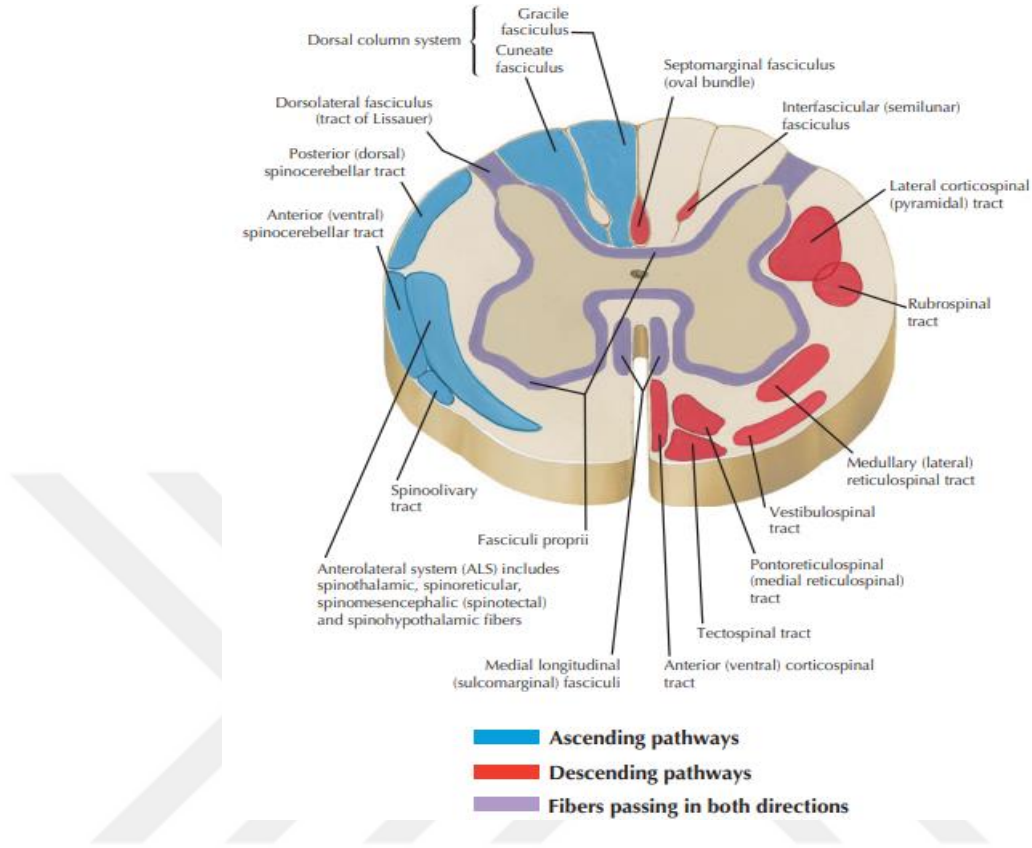
1-Funiculus Posterior: Sulcus medianus posterior ve sulcus posterolateralis arasında yer almaktadır. Çıkan yollar bulunmaktadır.

2-Funiculus Lateralis: Sulcus posterolateralis ve sulcus anterolateralis arasında yer almaktadır. İnen yollar bulunmaktadır.

3-Funiculus Anterior: Fissura mediana anterior ve sulcus anterolateralis arasında yer almaktadır. İnen yollar bulunmaktadır.

Funiculus posteriorda proprioseptif duyu, vibrasyon, iki nokta ayırımı ve basınç duyusunu ileten fasciculus gracilis ve fasciculus cuneatus bulunmaktadır. T6 üstündeki duyuları fasciculus gracilis ve cuneatus birlikte taşıırken T6 altındaki duyuları ise fasciculus gracilis taşımaktadır.

Gri cevherin her iki yarısı hilal şeklinde olup, laterale doğru yönelen konkavitesi ve gri kommisürü ile “H” şeklini andırır (28) (Şekil 2).



Şekil 2: Medulla spinalis transvers kesit inen ve çıkan yollar (27)

Omurilikten çıkan dorsal ve ventral sinir kökleri birleşir spinal sinirleri meydana getirir. Her bir segmentteki spinal sinirler kendileri ile aynı seviyedeki intervertebral foramenlerden çıkarak spinal kanaldan ayrılır. Spinal sinirlerin arka kökleri cilt, cilt altı tabaka, iç organlardan gelen duyuşal lifleri taşır. Ön kökleri ise merkezi sinir sisteminden lokomotor sisteme giden somatomotor ve otonom lifleri taşır. Arka kökleri oluşturan spinal sinirlerin hücre gövdeleri ganglion spinaleda (dorsal kök gangiyonu); ön kökleri oluşturan sinirlerin gövdeleri ise omuriliğin gri maddesinde yer almaktadır (29).

2.1.2. Tarihçe, Epidemiyoloji ve Etyoloji

SKY ile ilgili yazılı belgeler milattan önce 5000’li yıllara kadar dayanmaktadır (30). İlk yazılı belge MÖ 2686-2613 yılları arasında yaşamış olan mimar, astrolog ve firavunun özel hekimi olan İmhotep tarafından yazıldığı düşünülen Edwin Smith

cerrahi papirüs belgesidir. Belgede travmatik tetraplejinin klinik özelliklerini tarif etmiş ve kötü prognozlu, tedavi edilemez bir hastalık olarak tanımlamıştır. Yine milattan önce Hipokrat yazdığı bir kitapta paraplejik hastalardan ve bu hastalarda gelişen komplikasyonlardan bahsetmiştir (1,31).

İkinci Dünya Savaşı sonrası omurilik yaralanması hastalarının sık görülmesi nedeniyle gelecek yıllarda gerçekleşecek gelişmelerin temelleri atılmıştır. 1943 yılında Sir Ludwing Guttmann travma olguları için rehabilitasyon amacıyla Ulusal Stoke Mandeville Omurga Merkezi'ni (The National Spinal Injuries Centre at Stoke Mandeville) kurmuştur. Bu kurumun açılmasıyla rehabilitasyonlarda ciddi bir gelişme sağlanmakla beraber erken dönemdeki mortalite oranlarında ciddi bir düşüş yaşanmıştır (32). Yıllar ilerledikçe gelişen teknoloji ile birlikte SKY'ye yönelik tedavi ve rehabilitasyon sürecinde gelişmeler yaşanmıştır (33).

SKY'nın insidans ve prevalansı ülkelere ve coğrafyalara göre farklılık göstermektedir. Dünya genelinde SKY insidansının 8-246 vaka/milyon arasında olduğu bildirilmektedir (34,35). Travmatik omurilik yaralanmaları görülme sıklığı 10-50/milyon/yıl olarak saptanmıştır (36). ABD'de 1999 yılı verilerine göre travmatik omurilik yaralanma insidansı 25-59 kişi/milyon iken 1998-2012 yılları arasındaki yapılan çalışmalar insidansın 51,0-93,8 kişi/milyon nüfusa ulaştığı saptanmıştır. Eldeki veriler ışığında omurilik yaralanmalarının insidansının arttığı açıktır (37). Prevalansı ise 273 000 yaralı olarak bildirilmiştir (1).

Ülkemizde ise SKY'nın insidans ve prevalansını gösteren travmatik SKY'li hastalara yapılan bir çalışmaya göre yıllık SKY insidansı 12.7/milyon' dur (38). Yapılan diğer bir çalışmada insidans bölge bazında incelenmiş olup İstanbul için milyonda 21, Güneydoğu bölgesi için milyonda 16,9 saptanmıştır (39).

Spinal kord yaralanması erkeklerde kadınlardan 4 kat daha sık görülmektedir. Ülkemizde erkek/kadın oranı 2.5/1 olarak saptanmıştır (1). Erkeklerde araç kullanma, riskli işler, temaslı sporlar gibi nedenlerden dolayı SKY görülme ihtimali daha fazladır (36). Yaralanma en sık 16-30 yaş grubunda görülmektedir (1). Ülkemizde Karacan ve arkadaşlarını yaptığı çalışmada ise ortalama yaş 35,5 olarak saptanmıştır (38).

SKY nedenleri travmatik ve non-travmatik olarak ayrılabilir. En çok travmatik nedenler görülmektedir. Travmatik nedenler arasında birçok çalışmada omurilik yaralanma nedenleri arasında ilk sırada trafik kazaları gelmektedir (1,36). Bunu sırasıyla düşmeler, şiddet olayları (çoğu ateşli silah yaralanmaları, delici kesici aletlerle yaralanmalar), sportif faaliyetler takip eder (1). Düşmeye bağlı olarak gelişen omurilik yaralanmaları daha çok yaşlı popülasyonda görülür ve en sık parapleji tablosu görülür. Spor yaralanmaları özellikle gelişmiş toplumlarda ve genç popülasyonda görülmektedir. Temaslı yapılan sporlar ve suya dalma, atlama gibi fiziksel aktiviteler, özellikle servikal kord hasarları ile mortalite ve morbidite yaratmaktadır. Spor yaralanmalarında sıklıkla tetrapleji görülmektedir (36).

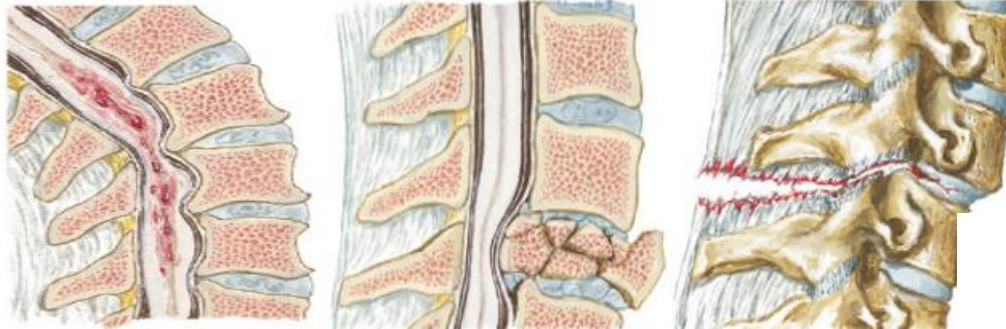
Non-travmatik SKY nedenleri içerisinde intramedüller ve ekstramedüller tümörler, omurilik enfeksiyonları, transvers myelit, ilerleyici nörolojik hastalıklar (multipl skleroz, amyotrofik lateral skleroz vb), vasküler nedenler ve disk hernileri olarak sayılabilir (1).

Yaralanmanın etyolojisi, yaralanmanın ciddiyeti ve seviyesi ile yakından ilişkilidir (40). Yapılan bir çalışmada travmatik SKY ile non-travmatik SKY olan hastalar karşılaştırılmış ve non-travmatik grupta daha ileri yaş saptanmış ve daha düşük fonksiyonel iyileşme oranları saptanmıştır (41). İnkomplet lezyonlar kompletlere göre daha fazla sıklıkta görülmektedir (40,42). Travmatik etyolojideki yaralanmalarda servikal etkilenme daha sıktır. C5 en sık görülen yaralanma seviyesidir (40).

2.1.3. Yaralanmanın Nörofizyopatolojisi

SKY'nın nörofizyopatolojisi primer ve sekonder yaralanma mekanizmalarından oluşur. Akut SKY genellikle ani omurga travması nedeniyle oluşur. Mekanik travma kırık (patlama kırıkları, laminer kırıklar) ve vertebra sublüksasyonu ile sonuçlanır. Traksiyon ve kompresyon kuvvetleri sonucu primer yaralanma meydana gelir (43). En sık görülen primer hasar mekanizması omurilik kompresyonudur. Bu durum patlama kırıkları sonucunda vertebral yapının orta kolonu oluşturan kemik yapıların dura ve omurilik kompresyonuna yol açmaları, travmatik disk rüptürleri ve dislokasyon fraktürleri, tümör, osteoporoz gibi durumlarda görülebilmektedir. İkinci mekanizma, geçmişte var olan dejeneratif durumlara bağlı

olarak mevcut olan kompresyona ek olarak travma anında oluşan ve bir süre daha devam eden kompresyondur. En sık servikal dejenerasyon sonucu oluşan spondilolitik değişikliğe sahip insanların hiperekstansiyon travmaları sonucunda oluşur. Üçüncü mekanizma distraksiyon mekanizmasıdır. Darbe esnasında aksiyel planda omurilik ve komşu yapıların gerilmesi sonucu görülür. Bu esnada hem omurilik hem de etrafında bulunan yapılar etkilenmektedir. Dördüncü mekanizma laseksiyon ve transeksiyondur. Ateşli silah ve delici kesici alet yaralanmaları sonucunda mermi ve delici kesici aletin omurilik üzerinde hasar oluşturmasına ek olarak komşu dokularda meydana getirdiği hasarın eklenmesi ile oluşur. Tüm mekanizmalarda tam fonksiyon kaybı gelişebilmesine karşın anatomik bütünlük devam edebilir. Yapılan çalışmalarda omurilikteki aksonlarda %12-15 civarında bir anatomik bütünlük görülmesinin fonksiyonel iyileşmeye katkı sağladığı bildirilmiştir (44). Yani klinik tablo tam fonksiyonel kaybı düşündürse de, primer yaralanma fazı sırasında birkaç segment bazı aksonlar tarafından bağlı kalır, bu da tamamlanmamış veya kısmi yaralanma durumunu gösterir (45).

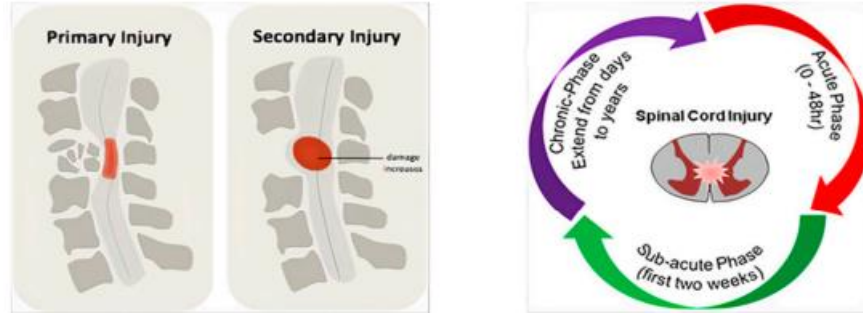


Şekil 3: Hiperekstansiyon yaralanması, çoklu fraktür ve subluksasyon görselleri (27)

Primer yaralanma sonrası hücresel anlamda nöral parankim yıkımı, aksonal ağın bozulması, kanama ve glial membranın bozulması gibi değişiklikler meydana gelir. SKY şiddetinin ana belirleyicileri, ilk yıkımın derecesi ve omurilik kompresyon süresidir. Primer yaralanma sonucu hücresel hasar gelişmesiyle nöral dokularda biyokimyasal, mekanik ve fizyolojik değişiklikler başlar (45).

Primer yaralanma, spinal dokularda daha fazla kimyasal ve mekanik hasar oluşturan sekonder yaralanmayı tetikler. Daha çok yıkımsal süreçleri içeren multi sistemik bileşenleri olan ve hücrede esas yıkımı oluşturan patolojik, metabolik, ödematöz, enflamatuar ve apoptotik süreçtir. Travma sonrası saatler, günler ve haftalar

boyunca devam eder (45). Sekonder yaralanmanın akut, subakut ve kronik olmak üzere 3 fazı mevcuttur (46) (Şekil 4).



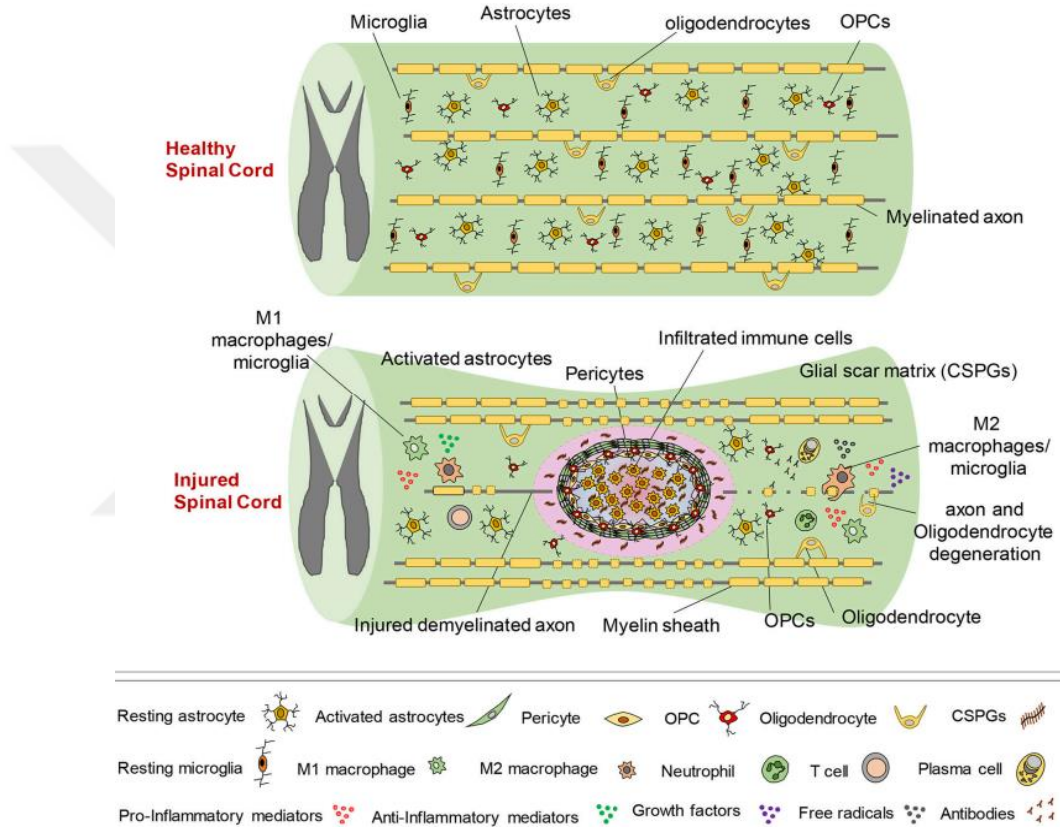
Şekil 4: Primer-sekonder yaralanma ve sekonder yaralanma fazları (45)

Akut Faz: Yaralanma sonrası ilk 48 saatlik süreyi kapsar. Primer yaralanma sonucu ekstradural, subdural kanamalar veya subaraknoid boşluk kanamaları görülür. Takiben gri cevherde mikrokamalar ve beyaz cevherde ödem görülür ve posttravmatik ilk saatlerde etkisini artırarak devam eder. Gri cevherde artan kanamalar posttravmatik 8. saat civarında beyaz cevhere yayılarak ilk olarak ön boynuz hücrelerini etkiler (47). Dördüncü saat civarı myelin kılıf hasar görmeye başlar ve aksonlar yapılarını kaybederek 6. saat civarında vazojenik ödem meydana gelir. Hücre içi kalsiyum artışı sonucunda yıkım enzimleri aktiflenir. Nöronal ve aksonal dejenerasyon ilerleyerek 12 saat civarında tüm hücresel yapıların morfolojisinin bozulmasına neden olur. Gri ve beyaz cevher ayrımının kaybolmasıyla sonuçlanır ve dejenerasyon zonu rostralden kaudale doğru genişlemeye devam eder. Primer olarak lezyon alanı ile komşu sağlam doku etrafında nötrofil kemotaksisi ile nötrofiller toplanarak enflamatuar süreci hızlandırır. Post travmatik 6. gün civarında nekroz ilerleyerek otodekstrüksiyon gerçekleştirir (48). Hücre ölümü ve sitoplazmik içeriğin salınımı ile hücre dışı glutamat seviyeleri artar. Bu da glutamat eksitotoksitesine neden olur. Glutamat eksitotoksitesine nedeniyle, N-metil-D-aspartik asit (NMDA) reseptörleri aşırı aktive olur ve hücre nekrozuna neden olabilen mitokandriyal kalsiyum yüklenmesine neden olur (46).

Subakut Faz: Yaralanma sonrası 48 saat ile 2 hafta arasındaki süreyi kapsar. İnflamatuar yanıtı cevap olarak 5-7 gün içerisinde makrofaj infiltrasyonu maksimuma ulaşır. Aktive makrofajlarca salınan sitotoksik ürünler gecikmiş aksonal yıkıma ve sekonder demiyelinizasyona neden olur (49). Kalsiyum artışı kaspazları ve

sitoproteinlerin ayrışmasında yer alan bazı enzimleri aktive ederek apoptoz ile sonuçlanır (46). Oligodendroglisitlerde apoptozis dalgası yayılır. Bu dalga zedelenme seviyesinin dört segment uzağına kadar ilerleyebilir (49).

Kronik Faz: Yaralanmayı takiben haftalar ve aylar sonrası görülen değişiklikleri içerir. Lezyon bölgesinde meydana gelen dejeneratif değişiklikler ile başlar. Rejenerasyon ile devam eder. Fibrotik skar dokusu, nekrotik bölgede kist formasyonu ve syringomyeli kaviteleri görülür (43).



Şekil 5: Yaralanmanın Nörofizyopatolojisi (43)

2.1.4. Yaralanma Sonrası Meydana Gelen Biyokimyasal Değişiklikler

SKY sonrası biyokimyasal mekanizmalarda çeşitli değişiklikler meydana gelir. Bunlar (50);

1-Vasküler Değişiklikler: Hematom, vazospazm, tromboz, kan beyin bariyerinin bozulması ve inflamatuvar hücrelerin infiltrasyonu sonucu ödem, nekroz ve iskemi meydana gelir.

2-Serbest Radikal Oluşumu ve Lipid Peroksidasyonu: Serbest radikaller hücre membranındaki çoklu doymamış yağ asidi ile reaksiyona girer. Sellüler ve subsellüler organel membranlardaki normal fosfolipid mimarisinin bozulmasına ve peroksidasyonuna yol açar. Lipid peroksidasyonu, ATPaz temel metabolik enzimlerin işlevini bozan aldehit ürünlerini oluşturur.

3-K⁺, Na⁺, Ca²⁺ İyonik Dengenin Bozulması: Hücre membranında depolarizasyona yol açar. Hücre içi kalsiyum miktarı artması sonucu hücre ölümü gerçekleşir. Glutamat eksitotoksitesi görülür.

4-Apoptozis: Programlı hücre ölümüdür. Nöron, oligodendrosit, mikroglia ve astrosit gruplarında görülür. Beyaz madde traktuslarındaki oligodendrositlerin ölümü demiyelinizasyon sürecine neden olur.

5-İnflamatuar Yanıtlar: Travmayı takiben mikroglialar aktif hale gelirken, lökositler fazla miktarda sitokinler ve reaktif oksijen salınımına başlar. Bu durum lökositlerin daha fazla salınımına ve daha fazla doku hasarına yol açar. Ayrıca inflamasyonun nöral doku rejenerasyonunda etkili olduğu saptanmıştır. İnflamatuar yanıtın zamanlaması, yapıcı mı yoksa yıkıcı mı olacağına belirlenmesinde önemlidir.

6-Moleküler Değişiklikler: Yaralanma sonrası miyelinli aksonların yıkımı ve oligodendrosit hücrelerinin ölümü çok sayıda miyelin artıklarına sebep olur. Nogo-A nöron membranındaki reseptöre bağlandığında büyümeyi ve gelişmeyi inhibe eden membran proteindir. Miyelinle-ilişkili glikoprotein, beyaz madde rejenerasyonunun inhibitörlerindedir.

2.1.6. Spinal Kord Yaralanmalı Hastalarda Nörolojik Değerlendirme

SKY'da nörolojik muayenenin sağlıklı olarak değerlendirilebilmesi için yaralanma sonrası 72'nci saatte yapılması önerilmektedir (1). ASIA (American Spinal Injury Association) tarafından oluşturulan SKY nörolojik sınıflandırılması için Uluslararası Standartlar (ISNCSCI), en sık kullanılan sınıflamadır. ASIA Bozukluk Skalası (ABS) 1982 yılında oluşturulmuştur. 1996, 2000, 2011 ve 2013 yıllarında yeniden gözden geçirilmiştir (51,52). SKY'nin şiddetini ASIA Bozukluk Skalası'na göre belirlemek mümkündür (53).

Nörolojik muayene kapsamında hastalara motor muayene ve duyu muayenesi yapılması gerekmektedir. Muayene sonucu elde edilen bulgular standart nörolojik sınıflandırma formuna kaydedilmelidir (Şekil 6). Muayene sonucu motor seviye ve duysal seviye belirlenir. İki seviye birlikte göz önüne alınarak son olarak nörolojik seviye belirlenir (1).

The form is titled "ASIA INTERNATIONAL STANDARDS FOR NEUROLOGICAL CLASSIFICATION OF SPINAL CORD INJURY (ISNCSCI)". It includes fields for Patient Name, Date/Time of Exam, Examiner Name, and Signature. The form is divided into RIGHT and LEFT sides. It includes sections for MOTOR KEY MUSCLES, SENSORY KEY SENSORY POINTS (Light Touch (LTR) and Pin Prick (PPR)), and various subtotals and scores. A central diagram shows the human body with key sensory points marked. The form also includes a 'NEUROLOGICAL LEVELS' section with steps 1-5 for classification.

Şekil 6: ASIA Uluslararası Standartlar Muayene Formu (54)

2.1.6.1. Motor Muayene

Sağ ve sol olmak üzere her iki tarafta 10'ar anahtar kas grubunun motor muayenesi yapılır. Motor muayeneyi kapsayan anahtar kaslar C5-T1 ve L2-S1 miyotomlarına denk gelmektedir. Anahtar kas muayenesi hasta supin pozisyonundayken ve kas stabilizasyonu sağlanarak muayene edilmelidir (55). Kas gücü evrelemesi Tablo 1'de ve anahtar kasların seviye ve motor fonksiyonları Tablo 2'de gösterilmektedir.

Tablo 1: Kas Gücü Evrelemesi

0	Kas grubunda palpe edilebilen veya görülebilen kasılma yok
1	Kas grubunda palpe edilebilen veya görülebilen kasılma mevcut
2	Kas grubunda aktif hareket mevcut. Yer çekimi elimine edildiğinde tam EHA mevcut
3	Kas grubunda aktif hareket mevcut. Yer çekimine karşı tam EHA sağlanabiliyor
4	Kas grubunda aktif hareket ve yer çekimine karşı tam EHA ile birlikte orta derece direnç gösterebiliyor
5	Kas grubunda aktif hareket ve yer çekimine karşı tam EHA ile birlikte tam direnç gösterebiliyor

Tablo 2: Anahtar Kasların Seviye ve Motor Fonksiyonları (1)

Seviye	Kas	Fonksiyon
C5	Deltoid ve Biceps	Omuz abduksiyon ve ön kol fleksiyonu
C6	Ekstansör carpi radialis	Bilek ekstansörleri
C7	Triceps	Ön kol ekstansiyonu
C8	Fleksör digitorum profundus	El parmak fleksiyonu
T1	El intrinsek kasları	El parmak abduksiyon ve adduksiyonu
L2	İliopsoas	Kalça fleksiyonu
L3	Quadriceps	Diz ekstansiyonu
L4	Tibialis anterior	Ayak bileği dorsifleksiyonu
L5	Ekstensör hallucis longus	Ayak başparmak dorsifleksiyonu
S1	Gastroknemius	Ayak bileği plantar fleksiyonu

2.1.6.2. Duyu Muayenesi

Anatomik kemik bölgeleri kullanılarak 28 dermatomun hafif dokunma ve iğne duyusunun muayenesi ile yapılmaktadır. Normal referans bölge olarak yüzün mandibular bölgesi ile karşılaştırılır (4). Hafif dokunma duyusu gözleri kapalı olacak

şekilde deriye bir pamuğun hafif bir şekilde dokundurulması ile muayene edilerek üç puandan oluşan skalada ayrı ayrı skorlanır (Tablo 3).

Tablo 3: Hafif Dokunma Duyusunun Puanlaması

0	Yok	Hasta dokunmayı tarif edemiyor.
1	Bozulmuş	Hasta dokunulduğunu ifade ediyor, fakat daha az veya daha çok olarak tarif ediyor.
2	Normal	Hasta dokunmayı doğru bir şekilde tarif ediyor ve mandibular bölge ile birebir aynı olduğunu söylüyor.
TE	Test edilemeyen	Herhangi bir nedenle dokunma net olarak tarif edilemiyor.

İğne duyusunun değerlendirilmesi çengelli iğne ile gözler kapalı olacak şekilde yapılır. İğnenin sivri ucu keskin, yuvarlak ucu künt duyu tespiti için kullanılır. Hastaya test anlatıldıktan sonra önce referans noktada sivri ve künt duyu deneyimlenir. Sonra her duysal noktanın testi yapılır (Tablo 4) (4).

Tablo 4: İğne Duyusunun Puanlaması

0	Yok	Hasta keskin ve künt duyuları ayırt edememiştir
1	Bozulmuş	Hasta çengelli iğnenin künt ve sivri uçlarını ayırt etmiştir, ancak yüzündeki duyu ile test edilen bölge arasında duyuda fark (az veya çok hissetme) olduğunu belirtmiştir.
2	Normal	Hasta çengelli iğnenin künt ve sivri uçlarını ayırt etmekle beraber test edilen nokta ile yüzü arasında fark olmadığını belirtmiştir.
TE	Test edilemeyen	Herhangi bir nedenle sivri künt ayrımı yapılamıyor.

Derin anal basınç değerlendirmesinde işaret parmak ile hastanın anorektal duvarına hafif bir basınç uygulanır. Devamlı algılanan basınç var veya yok olarak not edilir (49). İstemli anal kontraksiyonu değerlendirmek için parmakla dış anal sfinkterin istemli kasılması ile basınç hissetmesi ile değerlendirilir. İstemli kontraksiyon var veya yok olarak not edilir. Derin anal basınç varlığı duysal inkomplet lezyonun ve istemli anal kontraksiyonu varlığı motor inkomplet lezyonun göstergesidir (4). Muayene

sonuçlarının değerlendirilmesi sonucu motor seviye, duyuusal seviye ve nörolojik yaralanma seviyesi belirlenir.

Motor Seviye: Anahtar kas gücü muayenesinde motor olarak sağlam olan en distal seviye kullanılır. Kas gücü değerlendirilemeyecek olan anahtar kasların olmadığı miyotomlarda sadece duyuusal seviye kabul edilir.

Duyuusal Seviye: Hafif dokunma ve iğne duyusunun sağlam olduğu en distal seviye kabul edilir.

Nörolojik Yaralanma Seviyesi (NYS): Duyunun sağlam olduğu ve motor kas gücü değerlendirme evresinin en az 3/5 olduğu en distal seviye kabul edilir.

SKY geçiren hastalarda NYS belirlendikten sonra ABS ile muayene tamamlanmalıdır (51).

A = Komplet: Sakral segmentler dahil korunmuş duyuusal ve motor fonksiyon bulunmamaktadır.

B = Duyuusal İnkomples: Nörolojik seviye altında korunmuş duyuusal fonksiyon mevcuttur. Bu korunma S4-S5 sakral segmentleri de içerir. Buna karşın korunmuş motor seviye bulunmamaktadır.

C = Motor İnkomples: Nörolojik seviye altında korunmuş motor fonksiyon mevcuttur. Bununla birlikte NYS altındaki anahtar kasların yarısından fazlasında 3'ten az kas gücü bulunmamaktadır.

D = Motor İnkomples: Nörolojik seviye altında korunmuş motor fonksiyon mevcuttur. Bununla birlikte NYS altında anahtar kasların yarısı veya yarısından fazlası 3'ten fazla kas gücü bulunmamaktadır.

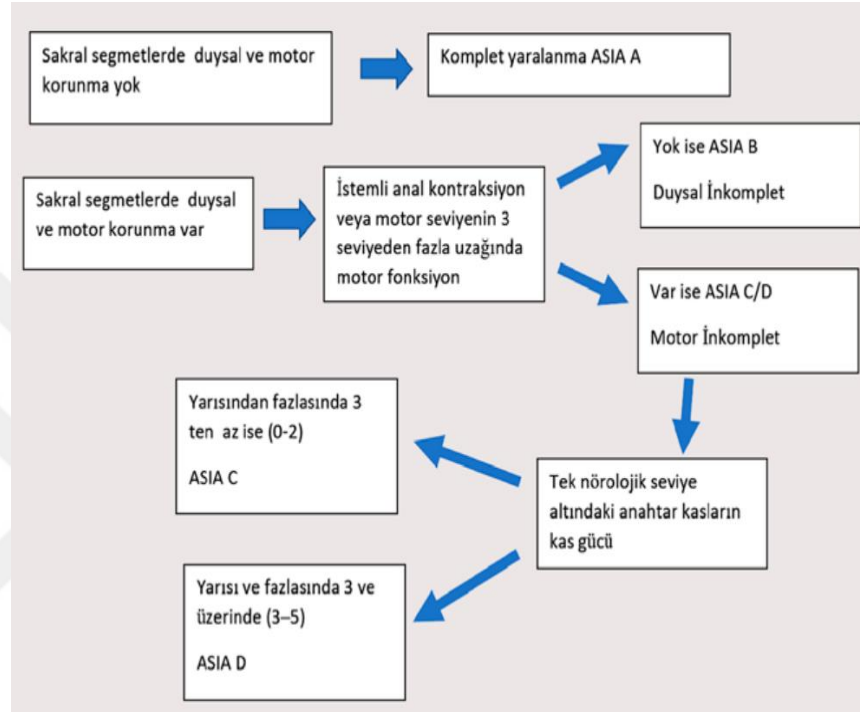
E = Normal: Duyu ve motor değerlendirme olağandır.

ABS Değerlendirmesi ile muayene tamamlandıktan sonra komplet ve inkomples yaralanma sendromları açısından değerlendirilir.

Komplet yaralanma; sakral segmentler dahil korunmuş duyuusal ve motor fonksiyon bulunmamaktadır. Sadece komplet yaralanmalar için kullanılan kısmi

korunmuş alan teriminde kısmen innerve olan dermatom ve miyotomları tanımlar ve bunlar duysal ve motor seviyenin altında bulunur.

İnkomplet yaralanma; S4-5 seviyesinde duysal ve/veya motor fonksiyon bulunmaktadır. ABS B ve C arasındaki ayrım motor seviye kullanılarak yapılırken, ABS C ve D ayrımında nörolojik yaralanma seviyesi kullanılır (51) (Şekil 7).



Şekil 7: ABS'ye göre nörolojik sınıflama (33)

2.1.7. Spinal Kord Yaralanması Sonrası Klinik Tablolar

Tetrapleji: Medulla spinalisteki nöral elemanların yaralanmasına bağlı servikal segmentte motor ve duysal fonksiyon bozukluğu mevcuttur. Servikal yaralanma sonucu üst ekstremitte, gövde, alt ekstremitte ve pelvik organlarda fonksiyon bozukluğu vardır.

Parapleji: Medulla spinalisteki nöral elemanların yaralanmasına bağlı torakal, lomber ve sakral segmentlerde motor ve duysal fonksiyon bozukluğu mevcuttur. Üst ekstremitte fonksiyonları korunmuştur. Gövde, alt ekstremitelerde ve pelvik organlarda fonksiyon bozukluğu vardır (1).

2.1.8 Motor Nöron Sendromları

Üst motor nöron (ÜMN) piramidal yolu (kortikospinal yol) oluşturur. Motor korteksteki nöronların aksonlarıdır ve %90'ı beyin sapında bulbusta çaprazlaşıp medulla spinaliste çapraz yapar ve ön boynuzdaki alt motor nöronlarla (AMN) sinaps yaparlar. AMN medulla spinalis boyunca uzanır veya beyin sapındaki motor kranial sinirlerde yerleşirler. Kasları innerve eden AMN'dur (49).

ÜMN Sendromu: Derin tendon reflekslerinde (DTR) artış ve patolojik refleksler (Babinski, Hoffman) görülür, yüzeysel reflekslerde (karın cildi, kremaster) azalma, klonus ve spastisite görülür.

AMN Sendromu: DTR'ler azalır, patolojik refleksler görülmez. Atrofi ve fasikülasyon eşlik edebilir.

2.1.9. İnkomplet Yaralanma Sendromları

SKY lezyonunun yeri ve şiddetine göre çeşitli kliniklerde prezente olur (Şekil 8).



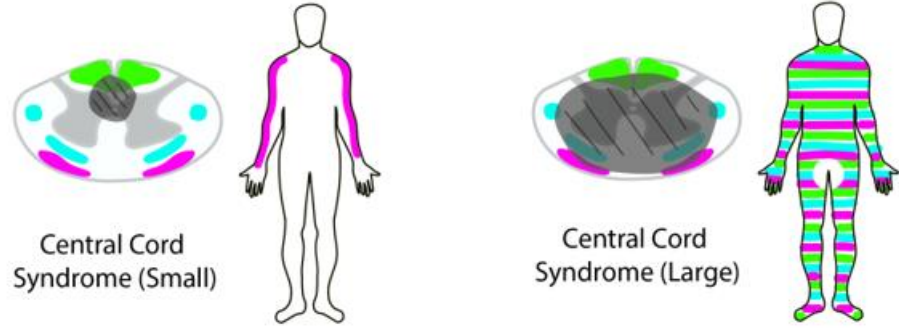
Şekil 8: Lezyon yerine göre klinik prezentasyon (56)

2.1.9.1. Santral Kord Sendromu

İnkomplet SKY'nin en sık görülen şeklidir. Çoğunlukla hiperekstansiyon tipi servikal yaralanma sonucu görülür. Genellikle çene travması gibi öne doğru bir düşüşle ve düşme anında boynun geriye doğru uzatılmasıyla meydana gelir. Daha az yaygın olan diğer nedenler arasında servikal spondiloz, atlantoaksiyel instabilite, osteoporoz ve omurga artropatileri yer alır.

Özellikle üst ekstremitelerde ve bir dereceye kadar alt ekstremitelerde motor ve duyuşsal problemlere neden olur. Genel olarak fonksiyonel kaybın miktarı sinirdeki

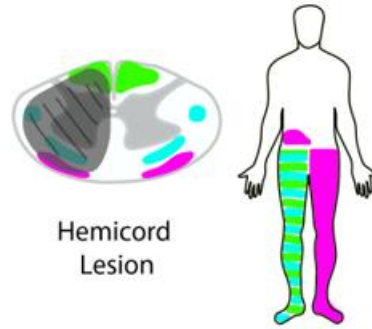
hasarın derecesine bağlıdır. Motor defisit üst ekstremitelerde ön plandadır. İyileşme süreci distalden proksimale doğrudur (56,57).



Şekil 9: Santral kord sendromu (56)

2.1.9.2. Brown Sequard Sendromu

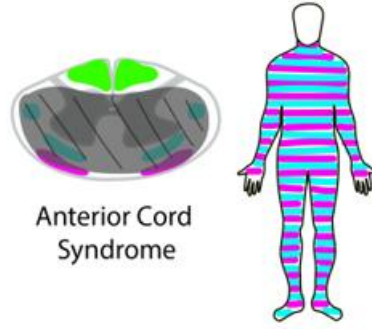
Omuriliğin sağ ya da sol yarı lezyonları sonucu oluşur. Penetrasyon travması sonucu oluşabilir. Lezyon seviyesi altında kontralateral ağrı, ısı kaybı ipsilateral dorsal kolon etkilenimi ve motor paralizi görülür (57).



Şekil 10: Brown sequard sendromu (56)

2.1.9.3. Anterior Kord Sendromu

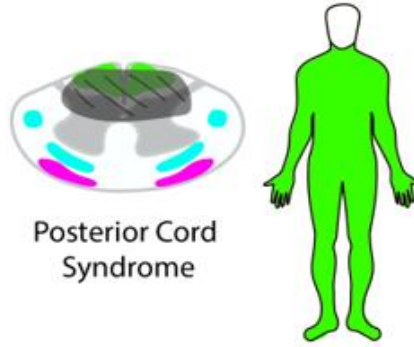
Anterior spinal arterin oklüzyonu ile ilişkilidir. Arterin beslediği kordun ön kısmındaki lezyonlara bağlı gelişir. Klinik olarak yoğun motor defisit ve bilateral ağrı, ısı kaybı ile prezente olur. Dorsal kolon korunmuştur (57).



Şekil 11: Anterior kord sendromu (56)

2.1.9.4. Posterior Kord Sendromu

İnkomplet SKY'nin en az görülen şeklidir. Çoğunlukla yer kaplayan oluşumlar sonucu görülür. Yaralanma seviyesinin altında propriyosepsiyon, vibrasyon ve iki nokta ayırımında bozulmalara neden olur. Motor güç korunmuştur (58).



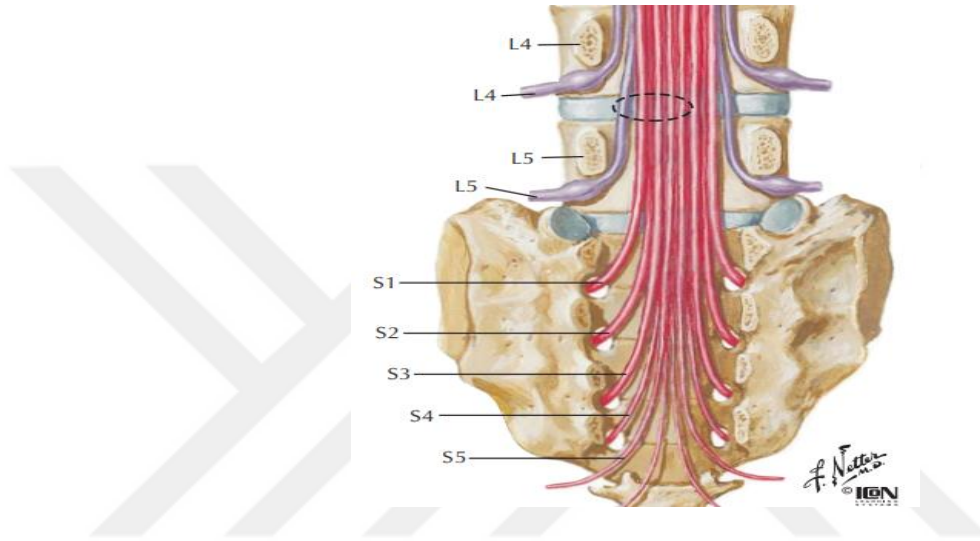
Şekil 12: Posterior Kord Sendromu (56)

2.1.9.5. Konus Medullaris Sendromu (KMS)

Konus medullaris ve nöral kanal içindeki lomber, sakral ve koksigeal sinir köklerinin lezyonu sonucu arefleks mesane ve bağırsak, eyer tarzı duyu kusuru, flask alt ekstremitelere neden olur (57). Kauda ekuina sendromundan klinik prezentasyonları benzer olduğundan ayrımı zordur. KMS'de ÜMN ve AMN etkilenimi görülebilir. KMS genellikle torakal yaralanmalar sonucu görülür. T12-L1 lezyonundaki yaralanmalar KMS olarak düşünülürken L1-L2 intervertebral seviye ve altındaki lezyonlar kauda ekuina sendromu olarak sınıflandırılabilir (59).

2.1.9.6. Kauda Ekuina Sendromu

Nöral kanal içindeki lomber, sakral ve koksigeal sinir köklerinin etkilenmesi sonucu görülür. Nörolojik muayenede fleksör plantar yanıtlarla birlikte alt ekstremitelerde reflekslerinde azalma veya yokluk (AMN bulguları) vardır. Klinik prezentasyonu KMS ile benzerdir. Etiyolojide en sık disk herniasyonu vardır. Bunu kırıklar, iyatrojenik hadiseler, yer kaplayan oluşumlar takip eder. Klinik acillerden biridir erken cerrahi müdahale edilmezse kalıcı sinir hasarı gelişebilir (60,61).



Şekil 13: Kauda Equina Anatomisi (27)

2.1.12. SKY Sonrası Görülen Komplikasyonlar

Omurilik yaralanmasında rehabilitasyon sırasında diğer hasta gruplarına göre komplikasyon oranı daha yüksektir. İdrar yolu enfeksiyonları, solunum komplikasyonları, nöropatik ağrı ve basınç ülserleri sık görülen komplikasyonlardır ve tek başına veya birlikte görülebilirler. Bu tür komplikasyonlar hem travmatik hem de non-travmatik SKY'li hastalarda ortaya çıkar. Komplikasyonlar morbiditeyi artırır ve rehabilitasyon döneminin uzunluğunun belirleyicisidir (62). Yaralanma sonrası akut dönemde en sık spinal şok görülürken ilk bir yıl içinde en sık bası yarası görülmektedir. Subakut dönemde ilk 72 saatten sonra mortalite ve morbititenin en sık nedeni olan komplikasyon tromboembolik bozukluklardır (1).

Nörojenik Şok: SKY sonucu sempatik preganglionik nöronlara supraspinal sempatik uyarıcı girdinin kaybı nedeniyle görülür (63). Vagus siniri hakimiyeti

nedeniyle derin hipotansiyon ve bradikardi gibi bulgularla prezente olur. Sempatik innervasyonu sağlayan T6 üzeri yaralanmalarda görülür (64). Ciddi hipotansiyonun spinal kordda hipoperfüzyona yol açması ile sekonder yaralanmaya neden olabilir (63).

Kardiyovasküler Komplikasyonlar: Otonom sinir sisteminin zarar görmesi sonucu görülür. Servikal yaralanma sonrası semptom ve bulgular daha sık görülür. Ortostatik hipotansiyon, bozulmuş kardiyovasküler refleksler, otonom disrefleksi olarak sayılabilir (1).

Termoregülasyon Bozuklukları: Termoregülasyon merkezleriyle ilişkinin kesilmesi, ısının sempatik kontrol yollarının hasarı sonucu görülür. Poikilotermi oluşabilir. Yani vücut ısısı değişen sıcaklıklar karşısında kendini koruyamaz. Genellikle T8 üzeri yaralanmalarda görülür (65).

Otonom Disrefleksi: Sempatik preganglionik yolun lezyonu sonucu visseral veya somatik uyarana cevap olarak meydana gelmektedir. Sistolik kan basıncında 20-40 mmHg ani artışa ek olarak baş ağrısı, terleme, piloereksiyon, flushing, rinore, görme bozukluğu, anksiyete gibi semptomlarla prezente olabilir. En sık etyolojik neden mesane veya bağırsak gerilmesidir. Diğer nedenler arasında cilt lezyonları, tırnak batması, basınç yaraları, sıkı giysiler bulunabilir. Genellikle T6 ve üzeri yaralanmalarda görülür (66).

Pulmoner Komplikasyonlar: Akut ve kronik dönemde en sık mortalite nedenidir. Servikal yaralanmalı hastalarda daha sık görölmektedir. Sekresyonlarla baş edememe, inspiryumda yetersizlik ve etkin öksürememeye bağlı çeşitli komplikasyonlar görülür. En sık atelektazi olmak üzere pnömoni, respiratuar yetmezlik gibi komplikasyonlar görülür (1).

Tromboembolik Bozukluklar: SKY'nin erken ve ciddi komplikasyonlarından. Virchow tiradındaki endotel hasarı, hiperkoagülabilité, venöz staz elementlerinin hepsinin bulunması nedeniyle pulmoner emboli ve derin ven trombozu açısından yüksek risk bulunmaktadır (1).

Nöropatik Ağrı: Periferal duyu iletim yolunda duyu işlenmesinde ve duyu algılamasında bozukluk sonucu gelişir. Semptomlar lezyon seviyesinde veya lezyon seviyesi altında olabilir (67). Segmental ağrı paternine sahiptir. Nöropatik ağrının spesifik özellikleri ağrı dağılımına duysal bozuklukların eşlik etmesi ve ağrı tanımlayıcılarından birinin veya daha fazlasının olmasıdır. Ağrı tanımlayıcıları uyuşma, karıncalanma, iğnelenme, batma, keskin, zonklayıcı ve sıkıştırıcı paternde semptomların olmasıdır (68).

Heterotropik Ossifikasyon: Eklem kapsülü, kas gibi kemik dışı dokularda genellikle periferik eklemlerde matür lameller kemiğin oluşmasıdır. Nörojenik heterotropik ossifikasyon travmatik beyin hasarı ve spinal kord yaralanması sonrası sık görülür. Patofizyolojisinde lokal mikrovasküler değişiklikler, staz, ödem, fibroblast ve osteoblast formasyonu sonucu osteoid oluşumu ve ektojik kemik oluşumu görülür (69). En sık kalçada görülürken onu diz, omuz ve dirsekler takip eder. Klinik olarak en sık prezentasyon şekli eklem çevresinde sıcaklık artışı ve şişliktir (49).

Nörojenik Mesane: Yaralanma sonrası mesanenin hem depolama hem boşaltma fazı etkilenir. Mesanenin ve iç üretral sfinkterin düz kasları lomber sempatik ve sakral parasempatik sinir sistemi ile innerve olur. Eksternal üretral sfinkter somatik innervasyondur. İdrar kontinansı ve işeme, refleks arka ve supraspinal merkezlere bağımlıdır. Spinobulbospinal refleks arkın ve supraspinal kontrolün kaybı önce arefleks mesane ve üriner retansiyona neden olur. Sonra üst motor nöron lezyonu aşırı aktif mesane ve sfinkter dissinerjisine neden olur (70). Mesane disfonksiyonu işeme sonrası rezidü idrar kalmasına, mesane basıncındaki artış böbrek yetmezliğine yol açma potansiyeline sahip olan komplikasyonlar zincirine neden olabilir (71).

Nörojenik Bağırsak: Konus medullaris üzerindeki spinal kord yaralanması sonrası üst motor nöron bağırsak sendromu görülür. Eksternal anal sfinkter tonusu artar ve fekal retansiyon olur. Kolonda transit zamanı uzar. Azalmış anorektal duyu ve eksternal anal sfinkterin istemli kontrol kaybı nedeniyle fekal inkontinans olur. Konus medullaris altı ve kauda equina yaralanması sonrası alt motor nöron bağırsak sendromu görülür. Peristaltizm ve refleks aktivite kaybı olur bunun sonucunda yavaş fekal itiş ve refleks fekal atımda bozulma olur (72).

Seksüel Disfonksiyon: SKY'de seksüel fonksiyon sempatik sistem, parasempatik sistem ve duyuşsal korunma ile ilişkilidir. SKY'nin genital uyarımın refleksojenik potansiyeli, ejakülasyon ve orgazm üzerinde etkileri mevcuttur. Seksüel sorunlarla ilgili en çok erektil disfonksiyon üzerinde durulmaktadır. Tüm bunların sonucunda seksüel disfonksiyon gelişebilir (49,73).

Spastisite: Kas tonusundaki anormal artış (hipertonus) ve kas gerilmesine karşı hıza bağılı artan direnç olarak tanımlanır. Gelişiminde altta yatan mekanizmalar henüz net olarak anlaşılmasa da bazı teoriler mevcuttur. Bunlardan birisi α motor nöronların inhibisyonunun azalması sonucu bir uyarana anormal ateşleme sıklığı ve süresi ile tepki verilmesinden bahsedilmektedir (74). Üst motor nöron hasarına neden olan hastalıklar sonucu görülebilmektedir. SKY sonrası hastaların yarısından fazlasında engellilik yaratacak seviyede spastisite saptanmaktadır. Spastisite önemli derecelerde fonksiyonel bozukluğa, kontraktürlere, yanlış postüre, ülsere ve ağrıya neden olabilir (75).

Basınç Yarası: Oluşmasına birçok faktör neden olabilir. Dokular basıncı tolere edebilir fakat belli bir basıncın üzerinde dolaşım oklüzyonu, iskemi ve ülserasyon meydana gelir. Çoğu basınç yarası kemik çıkıntılarda görülür. Sakrum, torakanterler, iskium ve topuk en sık görüldüğü yerlerdir (1).

Osteoporoz: Omurilik yaralanması, kemik oluşumunda azalma ve giderek artan kemik rezorpsiyonu sonucu şiddetli osteoporozla neden olur ve kırık riskini artırır. SKY sonrası mekanik yükün kalkması, sklerostinin osteosit ekspresyonunun artmasına, kemik oluşumunun baskılanmasına ve kemik rezorpsiyonunun uyarılmasına neden olur. Kemik oluşum oranları, yaralanmadan 2 hafta sonra normale dönse de SKY sonrası trabeküler kemik mineral içeriğinde ayda %4'lük bir azalma ve yaralanmadan 2 yıl sonra kemik mineral yoğunluğunda %40'luk bir azalmaya neden olur (76).

2.1.10. Prognoz

Uzun vadeli prognozun en önemli belirleyicisi, sakral koruma alanı tanımına dayalı olarak SKY'nin nörolojik bütünlüğüdür. Sakral koruma veya en alt sakral

seviyede duyuşal ve/veya motor fonksiyon kanıtı olmadığında komplet yaralanmadan ve prognozun daha kötü olabileceğinden bahsedebiliriz (53).

Yaralanma sonrası ilk muayenede bakılan kas gücü iyileşme oranını tahmin etmede önem arz etmektedir. Tetraplejik SKY'li kişilerde ilk yapılan muayenede evre 1 veya evre 2 gücündeki kasların %95'inden fazlasının kas gücünün evre 3'e ulaştığı saptanmıştır. İlk muayenede kas gücü saptanan hastalarda motor iyileşme daha hızlı olmaktadır. İlk muayenede kas gücü saptanmayan kasların yalnızca %25'inde kas gücünün evre 3'e ulaşabileceği saptanmıştır (77).

İnkomplet ve komplet hastalar üst ekstremitelerdeki motor iyileşme açısından karşılaştırıldığında inkomplet hasta grubunda iyileşmenin daha iyi olduğu söylenebilir (77,78). Aynı durum alt ekstremiteler için de geçerlidir. Sadece duyuşal inkomplet olan kişilerde (ASİA B) iğne duyuşunun korunmuş olması motor iyileşme açısından olumlu bir göstergedir. Anatomik komşuluk ile bu durum açıklanabilmektedir. Lateral kortikospinal traktus ile ağrı-ısı liflerini taşıyan spino-talamik traktusun yakın anatomik komşuluğu duyuşal inkomplet hastalardaki motor iyileşme potansiyelini açıklamaktadır (78).

Yaralanmanın etyolojisi, yaralanmanın ciddiyeti ve seviyesi ile yakından ilişkilidir (40). Travmatik ve non-travmatik etyolojideki SKY'li hastaları fonksiyonel bağımsızlık düzeylerindeki gelişme bakımından karşılaştırıldığında travmatik etyolojideki hastaların fonksiyonel kazanımının daha fazla olduğu saptanmıştır (79). Penetran yaralanma, künt yaralanma ile karşılaştırıldığında komplet nörolojik yaralanmaya yol açma olasılığı daha yüksek olması nedeniyle daha kötü prognozlu olduğundan bahsedilmektedir (53).

Yaş, SKY sonrası fonksiyonel iyileşmede önemli bir faktör olarak bildirilmiştir. Yapılan birçok çalışmada 50 yaş üzerindeki bireylerin yaralanmadan bir yıl sonra yürüme becerilerini kazanma ihtimalinin daha düşük olduğunu saptanmıştır. Sadece başlangıçta AİS D ile başvuran bireyler için yaş, ambulasyonda bir faktör olarak saptanmamış çünkü AİS D hastaların hepsi yaralanmadan 3 ay ila 6 ay sonra yürüme becerilerini geri kazanmıştır (53). Bu da yaşın ASİA sınıflaması öncelikli olarak göz önünde bulundurulduğunda prognoz tahmininde daha doğru sonuçlara varılabileceğini göstermektedir.

Cerrahi dekompresyon ve stabilizasyon zamanlaması nörolojik iyileşmeyi etkilemektedir. SKY'den sonraki 24 saat içinde yapılan erken cerrahi yaklaşımların, özellikle komplet ve inkomplet servikal yaralanmalı hastalarda iyileşme için nörolojik avantaj sunmaktadır (53).

ASIA seviyelerine göre prognoz açısından hastalar değerlendirildiğinde motor iyileşmedeki değişikliğe dayalı nörolojik iyileşme miktarı, AIS C > B > D > A şeklindedir (80). AIS D'ye sahip hastalar muhtemel tavan etkisi nedeniyle AIS C veya B'ye kıyasla daha az motor iyileşme göstermektedirler (53).

Nöroplastisite, yaşam boyunca beyin yapısında ve işlevinde meydana gelen değişiklikleri kapsayan bir terimdir. Beynin değişime uyum sağlama kapasitesi olan nöroplastisite (beyin plastisitesi veya nöral plastisite), organizmanın çevre ile etkileşimlerinden kaynaklanan beyindeki fizyolojik değişiklikleri kapsamaktadır. Farklı deneyimlere uyum sağlamaya ve bu deneyimleri öğrenmeye izin veren dinamik bir süreçtir. Beyin hasarından kurtulmada etkili bir faktördür. Çünkü rehabilitasyon sonucu nöronlar arasındaki bağlantıları yeniden kurmayı bir başka deyişle beyin yeniden kablolanmasını hedeflemektedir. Nöroplastisitenin altında yatan temel ilke, sürekli olarak kaldırılan veya yeniden oluşturulan sinaptik bağlantıların değişimidir, bu zıt süreçlerin dengesi büyük ölçüde nöronların aktivitesine bağlıdır (81).

Merkezi sinir sistemi yaşam boyu plastisite kabiliyetine sahiptir. SKY'li bireylerde santral sinir sisteminde reorganizasyon gerçekleşmektedir. Kortikal plastisitenin sağlanmasında ana amacın eksitator sinapslarda GABAerjik inhibisyonun ortadan kaldırılması olduğu saptanmıştır (82).

Sinaptik plastisitenin güçlü moleküler aracılığı olarak bir grup protein kabul edilir. Bu proteinlere nörotrofinler denilmektedir. Sinapslarda çok önemli roller oynadığına inanılmaktadır (81). Sinir sisteminde nöronların hayatta kalması, farklılaşması, büyümesi ve olgun sinir sisteminde sinaptik stabilite için önemli olan proteinlerdir (83). İlk keşfedilen nörotrofin, sinir büyüme faktörü iken tüm nörotrofinler arasında beyin türevli nörotrofik faktördür (BDNF). Beyindeki sinaptik plastisitenin ana düzenleyicisidir (81). Egzersizi takiben BDNF artmaktadır. BDNF'nin sinaps aktivitesinde ve plastisitesinde artış sağladığı göz önünde

bulundurulduğunda egzersiz tedavilerinin plastisitede etkili olduğu ve fonksiyonel iyileşmeyi desteklediği söylenebilir (83,84). Egzersizin beyin üzerindeki yararlı etkileri ve BDNF'nin bu etkilere aracılık etmek için en önemli molekül olduğu göz önüne alındığında, dolaşımdaki BDNF'yi en üst düzeye çıkarmak için en etkili egzersiz modalitelerinin seçilmesi önem arz etmektedir (84). SKY'li hayvan modellerinde, egzersiz yoğunluğu ile spinal BDNF miktarı arasında pozitif bir korelasyon olduğuna dair kanıtlar vardır (85).

Yaralanma sonrası plastisitenin fonksiyonel olarak telafi edici bir rol oynayabileceğine dair kanıtlar vardır. Örneğin, kortikal nöronların bir cilt yüzeyinden kalan periferik girdiyle yeniden aktifleştirilmesinin, gelişmiş duyuşsal algı ve ayırım ile sonuçlandığı gösterilmiştir (82). SKY'den sonra yüksek yoğunluklu lokomotor egzersizlerin lokomotor fonksiyonların iyileşmesine katkıda bulunduğu gösterilmiştir (85).

2.1.11. Yaralanma Seviyesine Göre Beklenen Fonsiyonel İyileşme

NYS motor ve duyuşsal bozukluğun düzeyini belirler. Fonsiyonel iyileşme beklentileri ve tedavi seçenekleri seviyeye göre değişmektedir. Her hasta beklenen ideal son duruma ulaşamayabilir veya ulaşması daha uzun zaman gerektirebilir. Aynı nörolojik seviyeli hastalarda bile bireysel son durum farklılık gösterebilir. Bunu etkileyen faktörler tıbbi özgeçmiş, eşlik eden yaralanmalar, komplikasyonlar, bilişsel bozukluklar, yaş, cinsiyet, psikolojik ve sosyokültürel faktörlerden sadece biri veya birkaçı olabilir (86).

2.1.11.1. C1-C4 Nörolojik Seviyeli Tetraplejikler

C3 ve üzeri NYS olan hastaların boyun hareketleri dışında hareket yeteneği yoktur. C4 NYS'li hastaların trapezius kasının innervasyonunun olması ile skapular elevasyonu yapılabilir bu da hastalara tekerlekli sandalyede üst bedenlerine bir miktar hareket imkanı sağlayabilir. C1-C3 seviyeli hastaların diyafram paralizisi nedenli eksternal solunum cihazı gereksinimi vardır. C4 seviyesinin akut dönemde solunum desteği gereksinimi olsa da diyaframın kuvvetlenmesi ile birlikte desteksiz solunum gerçekleştirebilir.

Bağırsak ve mesane faaliyetleri için soyunma, boşaltım, temizlik ve giyinme için tam bağımlıdırlar. Yatak içi dönme, yatak içinde oturma ve transferlerinde tam bağımlıdırlar. C1-C3 nörolojik seviyesindeki hastalar sadece baş veya ses aktivasyonu ile kontrol edilebilen elektrikli tekerlekli sandalyeleri (TS) kullanabilir. C4 nörolojik seviyesindeki hastalar bağımsız olarak elektrikli TS kullanımını gerçekleştirebilir.

Manuel TS kullanımında C1-4 nörolojik seviyeli hastalar tam bağımlıdırlar. TS'de sırt destekleri yüksek ve sırtlığı gövdeye bağlayan emniyet kemeri ihtiyacı mevcuttur. Beslenme, giyinme, kişisel bakım ve banyo için tam bağımlıdırlar (1,86).

2.1.11.2. C5 Nörolojik Seviyeli Tetraplejikler

C5 nörolojik seviyesinde anahtar kaslardan biceps kası ve omuz çevresi kaslarından deltoid kasının innervasyonu mevcuttur. Dirsek fleksiyonu sayesinde bu hastalar hususi eldiven ile engebesiz düzeyde manuel tekerlekli sandalyeyi ilerletebilirler. Özel splintlerle yemek yiyebilir ve diş fırçalayabilirler. Üst beden giyiminde kısmi, alt beden giyiminde tam desteğe ihtiyaçları vardır. Transferlerinde tam bağımlıdırlar. Akülü TS kullanımında bağımsızdırlar. Manuel TS ile iç mekânlarda bağımsız ya da kısmi bağımlı, dış mekânlarda kısmi ya da tam bağımlıdırlar. Mesane ve bağırsak faaliyetlerinde boşaltım ve temizlik için tam bağımlıdırlar (1,86).

2.1.11.3. C6 Nörolojik Seviyeli Tetraplejikler

C6 seviyesinde anahtar kaslardan el bilek ekstansörü ekstansör karpi radialis longus innervasyonu mevcuttur. Tenodesis proksimal bir eklemin hareketi ile distaldeki eklemin otomatik hareket etmesidir. Aktif el bileği ekstansiyonu, başparmak ve işaret parmağının oppozisyonu ve fleksiyonundan oluşan tenodezise izin verir. El bileği ekstansör kas kuvveti arttıkça daha sıkı kavrama yapılabilir. Hafif cisimleri kavrama yeteneği ile yardımcı cihazlarla günlük yaşam aktivitelerinin bir kısmı yapılabilir.

Beslenme yardımcı cihaz ile yapılabilir veya bağımsızdırlar. Yemeği kesmek için tam desteğe ihtiyaç vardır. Giyinme üst ekstremité için yardımcı cihazlar veya özel ortamlarda bağımsız yapılabilirken alt ekstremité için tam veya kısmi desteğe

gereksinim vardır. Transferlerde hasta ile aynı seviyedeki yüzeyler arasında kayma tahtası veya kısmi destekle ya da bağımsız bir şekilde geçebilirler. Akülü TS ile bağımsızdırlar. Manuel TS ile iç mekânlarda bağımsızken dış mekânlarda kısmen ya da tam bağımlıdırlar. Mesane ve bağırsak faaliyetlerinde soyunma, boşaltım ve temizlik için tam veya kısmi desteğe ihtiyaç duyarlar (86).

2.1.11.4. C7-C8 Nörolojik Seviyeli Tetraplejikler

C7 NYS’de anahtar kaslardan dirsek ekstansiyonunu sağlayan triceps, C8’de el parmak distal interfalangeal eklemlerinin fleksiyonunu sağlayan fleksör digitorum profundusun innervasyonu vardır. Parmak fleksörlerinin eklenmesi ile el fonksiyonel becerilerinde gelişme olmaktadır. Yemek yeme ve üst ekstremitte giyinmede bağımsızdırlar. Alt ekstremitte giyinmede kısmi/tam bağımlıdırlar. Basit yemeklerin hazırlanması ve basit ev işlerini bağımsız olarak gerçekleştirmeleri mümkündür.

Manuel TS ile düzgün zemin özellikli mekanlarda bağımsızdırlar. Yatak içi hareketlilikte tam bağımsız, özel ortamlarda tam bağımsız ya da kısmi destekle gerçekleştirebilirler. Transferlerinde eşit seviyedeki yüzeyler arasında bağımsızdırlar. Mesane ve bağırsak faaliyetlerinde kısmi veya tam bağımlıdırlar (86). Erkek hastalar aralıklı kataterizasyonu kısmi bağımlı yapabilirler. Özel donanımlı araç kullanamaları mümkündür (1).

Tablo 5: Nörolojik Seviyeye Göre Hedeflenen Fonksiyonel Durum

C2-3	Sunii solunum cihazına ihtiyaç vardır, GYA’da tam bağımlıdır.
C4	İhtiyaca göre dil, çene veya pnömatik kontrolü olan motorlu tekerlekli sandalye (TS) kullanımı vardır. GYA’da tam bağımlıdır.
C5	Özel aletlerle GYA’yı yapabilir, el kontrollü motorlu TS kullanılabilir.
C6	Kavrama tenodezis yardımı ile bir miktar yapılabilir. Topuz tutamaklı manuel TS kullanılabilir.
C7	Transferlerde bağımsız, yokuş ve engebeli alan hariç TS kullanılabilir.
C8	GYA ve TS kullanımında bağımsızdır.

2.2. SKY'LI HASTALARDA YAŞAM KALİTESİ

Yaşam kalitesi öznel iyi oluş, başarılar ve fayda bileşenlerini içerir. Yaşam kalitesi bireyin sağlığı, karşılıklı ilişkileri, duygusal faktörler, sosyal ve fiziksel kapasite gibi çeşitli yaşam alanlarından, yaşam koşullarından ve mali durumlarından mutluluk ve memnuniyet olmak üzere tatminini ifade eder (9). Sağlık faaliyetlerinin mevcut sınırlı kaynaklar nedeniyle, kaynakların dağıtımına öncelik verilmesi önemini korumaktadır. Optimum dağıtımı elde etmek için, hizmet sağlayıcısı, sunulan rehabilitasyon hizmetlerinde SKY'li kişiler tarafından bireysel ihtiyaçlara ve önceliklere göre önem sırasının bilinmesi gereklidir (87).SKY'li kişilerde, engelli olmayan bireylere göre daha düşük yaşam kalitesi mevcuttur (88). SKY rehabilitasyonunun genel hedefi fonksiyonel engelleri ve sekonder komplikasyonları önlemek, bağımsızlığı iyi seviyeye getirecek ve yaşam kalitesini artıracak şekilde yönetme konusunda bireyleri eğitmektir (9).

Tetraplejili hastaların kol ve el fonksiyonlarının geri kazanılması yaşam kalitesi üzerinde en yüksek restorasyon hedefi olarak kabul edilmektedir (3,6,8,87) Bozulmuş üst ekstremitte fonksiyonun günlük yaşam aktiviteleri ile doğrudan bağlantılı olması bu durum ile ilişkilendirilmiştir (87). SKY sonrası tetraplejili hastaların yaklaşık yarısı, kol ve el işlevlerinin yeniden kazanılmasının yaşam kaliteleri açısından en önemli işlev olduğunu düşünmüşlerdir. Bunu sırayla üst vücut/gövde kuvvet ve dengesinin kazanılması, cinsel işlev bozukluğunun düzeltilmesi, mesane/bağırsak işlev bozukluğunun giderilmesi ve otonomik disrefleksinin ortadan kaldırılması takip etmiştir (3).

2.3. SKY'Lİ HASTALARDA REHABİLİTASYON

2.3.1. Rehabilitasyon Sürecinde Amaç

Rehabilitasyon sürecinde amaç hastanın fonksiyonel bağımsızlığını en yüksek seviyeye çıkararak hayat kalitesini artırmaktır. Bununla birlikte hastanın sosyal yaşama katılımını teşvik etmektir. Ayrıca ağrı ve ek rahatsızlıkları en aza indirmek, komplikasyonları önlemek hedeflenmektedir (89). Yapılan çalışmalarda yaralanma sonrasında ilk 30 gün içinde başlayan rehabilitasyon programının tedavi sonuçlarına olumlu etkisi olduğunun gösterilmesi nedeniyle mümkün olan en kısa sürede

rehabilitasyona başlamak amaçlanmalıdır (90). SKY'li hastalarla yapılan çalışmalarda bir rehabilitasyon programının fonksiyonel hedeflere ulaşmada en önemli faktör olduğu belirtilmiştir (87).

2.3.2. Rehabilitasyonun Bileşenleri

Rehabilitasyonun bileşenleri hasta ve yakınlarının eğitimi, egzersiz tedavisi, pozisyonlama, ortez kullanımı, yürümeye yardımcı destek kullanımı, hastanın mobilizasyonu için tekerlekli sandalye kullanımı ile başlar. Robotik rehabilitasyon ve elektriksel stümilasyon gibi spesifik cihaz ve ünitelerin kullanımı ile devam eder (91).

2.3.3. Rehabilitasyonda Geleneksel Yöntemler

Rehabilitasyonda geleneksel (konvansiyonel) yöntemler içerisinde EHA egzersizleri, pozisyonlama, yatak içi mobilizasyon, oturma, denge ve progresif ambulasyon eğitimleri bulunmaktadır.

SKY rehabilitasyonu hastanın nörolojik durumunun stabil olmasından sonra başlar. Akut ve subakut rehabilitasyon ilk 6-12 haftalık dönemi kapsamaktadır. Erken dönem rehabilitasyonda amaç komplikasyonları önleme ve nöral iyileşmeyi hızlandırmaktır. Hastanın ihtiyaç duyduğu rehabilitasyon programı hastanın tolere edebileceği yoğunluktaki egzersizlerden oluşmalıdır. EHA egzersizleri; pasif, aktif-yardımlı ve aktif olmak üzere üç şekilde yapılabilmektedir. EHA egzersizleri tam eklem aralığını koruyarak kas ve tendon kısalmasını ve kontraktürleri engeller. Fonksiyonel kapasiteyi korur (91).

Pasif EHA egzersizlerine, akut dönemde kontraktürleri ve kas atrofisini önlemek için başlanmalıdır (91). Ayrıca dolaşıma yardımcı olmak ve tüm plejik yapıların tam hareketliliğini sağlamak için de önemlidir. EHA'nın korunması için flask dönemde en az günde bir kez, spastisite gelişmeye başladıktan sonra günde 2-3 kez yapılmalıdır. Tüm ekstremitenin hareketlerine ek olarak, her eklem başlangıç, proksimal ve distal olarak metakarpal ve metatarsal eklemler dahil EHA boyunca hareket ettirilir. Diz hareket ettirilmeden önce patella mobilize edilmelidir. Hareketler yavaşça duyarsız, korumasız eklemlerin ve plejik yapıların yaralanmasını önlemek için yumuşak ve ritmik olarak yapılır. Egzersiz esnasında herhangi bir yapının

yırılması heterotopik ossifikasyon oluşumunda predispozan bir faktör olabileceğinden aşırı hareketlerden kaçınılmalıdır. Bilek ve parmakların birleşik fleksiyonu ekstansör tendonların travması sonucu hareket ve fonksiyon kaybına neden olabileceği için izin verilmemelidir (92).

Aktif egzersizler kas gücünü korumak veya eski gücüne yeniden kavuşturmak için yapılır. Yaralanmadan sonraki ilk günden itibaren tüm innerve kaslara nazik, yardımcı, aktif hareketler verilir. Sonra yardımsız aktif egzersizlere geçilir ve hasta kollarını bağımsız ve fonksiyonel olarak hareket ettirmeye teşvik edilir. Üst ekstremitede biceps kası gevşetilerek dirsek ekstansiyonu teşvik edilir böylece biceps tendon kısalığı önlenir. Dirseğe fleksiyon yapılmadan omzun fleksiyona getirilmesi çalışılarak yerçekiminin dirseği ekstansiyonda tutmasına izin vererek, hasta kolunu yataktan kaldırması için teşvik edilir. Parmakları kullanmadan tenodesis ile kavrama çalışılır. Kaldırılacak nesne eller ve başparmak ile örtülür. Bileğin ekstansör karpi radialis tarafından uzatılması, fleksörlere pasif gerilim uygular ve hafif bir nesnenin pozisyonunda tutulmasını sağlar (92).

Dirençli egzersizler; kuvveti, dayanıklılığı ve kas kütlesini artırmak için ağırlıklar, direnç bantları veya vücut ağırlığı gibi bir kuvvete veya dirence karşı çalışmayı içeren egzersizlere denir. Progresif dirençli egzersiz sayesinde kas kuvvetinde artış sağlanabilir. Üst ekstremitede güçlendirme egzersizleri push up hareketi, transferler, tekerlekli sandalye kullanımına katkı sağlamaktadır (91). Genel vücut sağlığı açısından faydalarına bakıldığında metabolizmayı hızlandırmak, insülin duyarlılığını artırmak ve osteoporoz, diyabet ve kalp hastalığı gibi kronik hastalık riskini azaltmak gibi faydaları da vardır. Yumuşak doku kısalığı, kas güçsüzlüğüne ve eklemlerde kısıtlılığa neden olabilmesi nedeniyle germe egzersizleri önemlidir. Germe egzersizleri sayesinde konnektif doku bir kuvvetle gerilir ve kollajen lifler uzar. Germe kalktığında eski haline döner. Efektif germe egzersizleri sayesinde yumuşak dokular belli bir uzunluğa getirilir. Düzenli germe egzersiz seansları sayesinde konnektif dokudaki gerilimin düşmesi nedeniyle bu uzunluk korunur. Germeye düşük kuvvetlerle başlanır ve kuvvet aşamalı olarak arttırılmalıdır. Gerilme sonucu kas lifindeki sarkomer sayısının ve oksidatif kapasitenin arttığı saptanmıştır (93). Germe egzersizleri EHA'yı arttırmak, spastisiteyi ve kontraktürleri önlemek ve tedavi etmek için yapılmalıdır.

Aktif el bilek ekstansiyonu olmayan ve parmakları tam gergin olmayan hastalarda tenodez etkisini korumak için germe yapılmalıdır. Akut dönemde akciğer kapasitesini korumak için solunum egzersizleri yapılmalı, öğretilmeli ve önemi anlatılmalıdır (91).

Yatak içi pozisyonlama ve eğitimi ilk aşamada planlanmalıdır. Gövde egzersizlerine yatak içinde parsiyel hareket varsa başlanmalıdır. Hasta yatak dışına çıkmaya hazır olduğunda minder egzersizlerine geçilir. Minder egzersizleri dönme, dirsek ve eller üzerinde pozisyonlama, oturma ve transfer eğitiminden oluşur. Hastaya vücut ağırlığını kollar ile taşıma yani push-up öğretilir. Transfere katkıda bulunamayan hastalarda lift kullanılabilir. Transfere katkı sağlayabilecek hastalarda kayma tahtası kullanılabilir. İlk defa ayağa kaldırılması planlanan hastalara ortostatik hipotansiyondan korunmak için tilt table kullanılabilir. Yürüme için öncelikle paralel bar tercih edilir. Hastalara uygun ortez planlandıktan sonra ayağa kalkma, denge koordinasyon, yük aktarımı, dönme, kalça elevasyonu ile alt ekstremitelerin ilerletilmesi, adımlama çalışılır. Paralel barda güvenli yürüyüş sağlandıktan sonra önce yürüteçle (walker) daha sonra koltuk değnekleriyle yürüyüş çalışmaları başlar (54,91).

Tablo 6: Erken Dönem Rehabilitasyonda Temel Basamaklar (93)

1	Nörolojik muayene	5	Erken uyum ve GYA
2	Komplikasyonları önlemek	6	Ambulasyon ve ortezleme
3	Mesane ve bağırsak eğitimi	7	Rekreasyonel ve mesleki rehabilitasyon
4	Fonksiyonel hedeflerin planlanması		

2.3.4. Egzersiz Tedavisinin Faydaları

Egzersiz gibi nörorehabilitatif eğitim non-invazivdir. Pasif veya aktif olarak hastanın tekrarlayan fiziksel aktivite yapmasına izin verir. Omuriliğin etkilenen bölgelerine ritmik bir uyarı sağlar. Ayrıca egzersizin kas kütlelerini koruduğu, motor ve duyu işlevi geri kazanmaya yardımcı olduğu, nörotrofik faktör üretim yoluyla sinaptik plastisiteyi indüklediği, omurilik ve kas dokusunda nörotrofik faktörlerin

konsantrasyonunu artırdığı ve lezyon çevresindeki inflamasyonu azalttığı gösterilmiştir (23). Egzersiz güç, kardiyovasküler kapasite, eklem hareketliliği ve kas elastikiyetini artırmaktayken kemik kaybı, ağrı ve spastisiteyi azaltarak etki etmektedir. Hastaların aktivite kısıtlamalarını azaltarak, rehabilitasyonun amacına hizmet etmektedir. Aktivite kısıtlamalarının azalması hasta katılımının artırılmasına ve dolayısıyla genel yaşam kalitesinin iyileştirilmesini sağlayabilir (94).

2.3.5. Egzersiz Tedavisine Yardımcı Tedavi Yöntemleri

Rehabilitasyon alanında yaşanan gelişmeler sayesinde egzersiz tedavisine yardımcı olacak birçok tedavi yöntemi bulunmaktadır. Bunlar fonksiyonel elektriksel stümilasyon tedavisi, epidural omurilik stümilasyonu, iş uğraşı terapisi, sanal rehabilitasyon, transkranial doğru akım ve tekrarlayan transkranial manyetik alan tedavisi, robotik rehabilitasyon, beyin bilgisayar arayüzü tedavisi vb olarak sıralanabilir (95,96).

2.3.5.1. Elektriksel Stümilasyon

Elektriksel stimülasyon kas kasılmasını sağlamak için kullanılır. Spinal kordun uyarılabilirliğini artırarak nöroplastisiteyi indükler, böylece düşük girdi seviyeleri istemli motor fonksiyona neden olur. Gönüllü motor eğitim ile eşleştirildiğinde omurilik yaralanmasını takiben nörorehabilitasyon için kullanılabilir. SKY'li hastalarda elektriksel stimülasyon törapatik ve fonksiyonel çeşitli amaçlar için kullanılmaktadır (97). Klinik ortamlarda elektriksel stimülasyon kas gücünü arttırmak, eklem hareket açıklığını arttırmak, ödemi azaltmak, atrofiyi azaltmak, dokuyu iyileştirmek ve ağrıyı azaltmak için kullanılabilir (98).

2.3.5.2. İş Uğraşı Terapisi

İş uğraşı terapisi rehabilitasyon programının kilit bileşenlerindedir. Günlük yaşam aktiviteleri ve ince motor fonksiyonlara yönelik tedavi programlarını içermektedir. Tedavinin birincil amacı hastanın günlük yaşam aktivitelerindeki bağımsızlığın sağlanmasıdır. Tetraplejik hastalar için yemek yeme, kesme, su içme, giyinme, saç tarama, diş fırçalama, kapı kolunu çevirme, kumanda, telefon ve bilgisayar kullanımı gibi günlük yaşam aktivitelerinde kısıtlanmalar belirgindir.

Hastaların çoğu günlük yaşamlarını başkasının yardımı olmadan sürdürmekte epey zorluk yaşamaktadır. Terapötik süreçte günlük yaşam aktivitelerini içeren yoğun motor eğitimin uygulamalı olarak üzerinde durulması hasta bağımsızlığına katkı sağlayabileceği için önemli ve gereklidir (99,100).

2.3.5.3. Sanal Rehabilitasyon

Sanal rehabilitasyon kullanıcının bir insan-makine arayüzü aracılığıyla simüle edilmiş bir ortamdaki belirli öğelerle etkileşime girmesine izin veren, gerçek bir ortamın bilgisayar tarafından oluşturulmuş bir simülasyonu olarak tanımlanır. Sanal rehabilitasyonun etkinlikleri derecelendirme, kesin performans ölçümleri elde etme, güvenli ve ekolojik olarak geçerli bir ortam sağlamanın yanısıra eğlenceli ve motive edici olma dahil olmak üzere sayısız faydası vardır. Ayrıca, egzersizleri tekrarlayarak nöroplastisiteyi indüklemek için gerekli olan egzersizin yoğunluğunu artırabilir (101).

Mevcut bulgulara dayanarak, motor işlevi ve motor becerileri iyileştirmek, dengeyi sağlamak, aerobik işlevi iyileştirmek, ağrı seviyesini azaltmak gibi faydalarının yanında psikolojik açıdan da faydaları mevcuttur (102). Motivasyonun rehabilitasyon başarısında kilit bir faktör olduğu gösterilmiştir. Motivasyon tedavi seanslarının geleneksel rehabilitasyondan çok daha keyifli ve çekici hale getirilmesiyle gerçekleştirilir. Yapılan çalışmalarda motivasyon geliştirme tedavilerini geleneksel fizik tedavi ile birleştirmenin egzersiz uyumunu pozitif yönde etkilediği gösterilmiştir (101).

2.3.5.4. Robotik Rehabilitasyon

1990'ların başlarında, robotik rehabilitasyon alanında girişimler başlamıştır. Asgari insan müdahalesi ile akıllı makineler kullanılarak ağır görevleri otomatikleştirmeye yönelik genel eğilim mevcuttu. İlk bilimsel makalelerde ve patent başvurularında yapay terapist terimi sıklıkla kullanılmıştır. Bununla birlikte, bu cihazların tedaviyi otomatikleştirme yeteneklerinden ziyade hareket kinematiği ve değiş tokuş edilen kuvvetler açısından egzersiz sırasında sensorimotor işlevi doğru bir şekilde değerlendirme yeteneği onları farklı kılan şey olmuştur. Hem mühendislik hem de nörofizyolojide kökleri olan rehabilitasyon robotları, son derece özel tasarım yaklaşımları ve teknik çözümlerle tanımlanır (103).

Robotik rehabilitasyon cihazları 2 amaç için kullanılır. İlki sık tekrarlayan fonksiyonel hareketlerle nöral plastisiteyi artırarak iyileşmeyi desteklemek ve ikincisi mobilitiyi geliştirmektir. Robotik cihazlar göreve özgü duyuşal girdi sağlarlar (95). Üst ekstremite ve alt ekstremite olmak üzere farklı tedavi seçenekleri mevcuttur. Üst ekstremite robotları üst kol, ön kol ve el-parmak için kullanılmak üzere tek başına veya kombine seçenekleri mevcuttur. Alt ekstremite için kullanılanlar ise motorlu dış iskeletler ve vücut ağırlığı destekli koşu bandı eğitim robotlarından oluşur. Motorlu dış iskeletler, tamamen ağırlık taşıyan, tekrarlayan, simetrik lokomotor eğitimini verimli ve sık tekrarlı vererek iyileşmeye yardımcı olabilecek rehabilitasyon cihazları olarak kullanılmaktadır. Vücut ağırlığı destekli koşu bandı eğitimi SKY'den sonra lokomotor fonksiyonu iyileştirmek için umut verici bir tedavi yöntemidir (104).

2.4. SKY SONRASI EL-PARMAK REHABİLİTASYONU

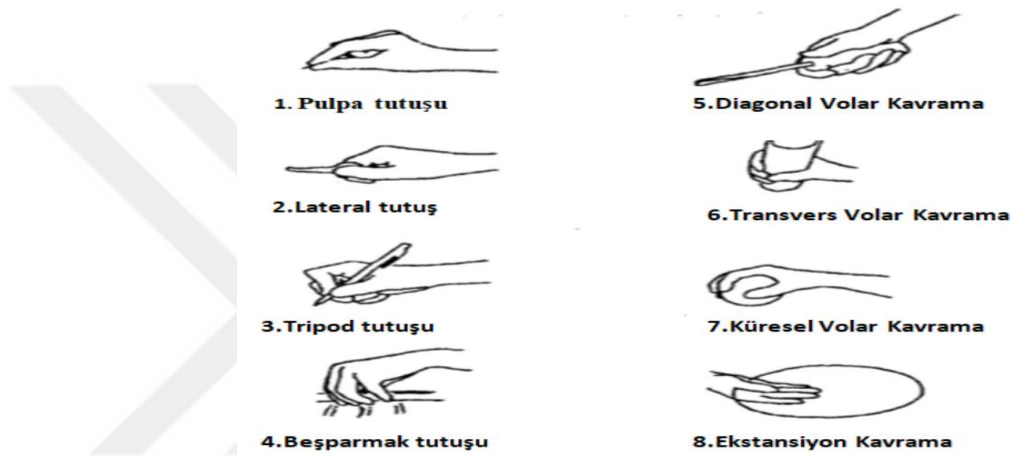
2.4.1. El Fonksiyonları

Elin nöromekanik sistemi son derece karmaşıktır. Çevremizle etkileşime girdiğimiz, öğeleri manipüle ettiğimiz ve iletişim kurduğumuz bir arayüz olarak günlük faaliyetlerimizde çok önemli rol oynar (105). 21 serbestlik derecesi (DOF) ve 27 intrinsik ve ekstrinsik kas yardımıyla başparmağı diğer parmakların karşısına koyabilme yeteneği ince parmak hareketi ve çeşitli kavramalar gerçekleştirmemize izin verir. El, parmaklar ve avuç içinde yer alan çok sayıda mekanoreseptör sayesinde zengin somatosensoriyel girdi sağlar. Bu girdiler nesnelere şekil algılaması, kuvvet algısı ve yeni motor görevlerin öğrenilmesi için gereklidir (103).

Anatomik bütünlük, duyu, koordinasyon, güç ve el becerisine dayalı olarak eli günlük aktivitelerde kullanma yeteneği, genel olarak el işlevi olarak adlandırılabilir. El bazı birincil motor işlevleri içerir ve günlük eylemleri gerçekleştirmek için bu işlevlerin koordinasyonuna ihtiyaç duyar. Koordinasyon için duyuşal süreçler ve görsel nitelikler gibi birçok unsur bu motor işlevleri destekler. El işlevi, azalan görme keskinliği, uyum, el-göz koordinasyonu ve derinlik algısından etkilenebilir. El üst ekstremitenin bir uzantısı olduğu için üst ekstremite hastalıkları el fonksiyonlarını doğrudan etkiler. Yaş, cinsiyet ve bireyin belirli görevleri tamamlama motivasyonunun hepsinin el fonksiyon seviyesi üzerinde etkisi vardır. Elin birincil işlevleri, kavrama (grip) ve kısırmadır (pinch) (106). Kavrama, parmak ve başparmak

kaslarındaki pasif gerilim ile etkilenmemiş kasların kontrolü birleştirilerek üretilir (92). Kavrama gücü ölçümünde genellikle el dinamometresi kullanılır. Parmak sıkıştırma gücü ölçümünde pinchmetre kullanılır.

El fonksiyonları değerlendirilirken temel aşamayı elin kavrama fonksiyonu oluşturur. Elin kavrama fonksiyonu, mesleki ve günlük yaşam aktivitelerinde büyük önem taşımaktadır (106). Sollerman tarafından oluşturulan bir el fonksiyon testi, GYA'de kullanılan 8 temel kavrama modelini değerlendirmiş ve günlük yaşamda kullanım oranlarını saptamıştır (Şekil 14) (107).



Şekil 14: Sollerman'ın tanımladığı günlük yaşamda kullanılan 8 temel el tutuşu

Günlük aktiviteler genellikle farklı tutuş türlerinin kombinasyonları sayesinde gerçekleşir. Pulpa tutuşu; bir elin başparmağı ile diğer parmakları arasında nesnelere tutmasıdır. Başparmak ve parmak ucu arasındaki uç kısırtma, ince manipülasyon için kullanılır. Lateral kısırtma; daha güçlüdür çünkü parmaklar başparmağın basıncına karşı koyar. Tripodal kısırtma; bir yerine iki parmak ucu kullanarak dengeyi artırır. Tam el kavrama; dört parmak ve başparmak ile avuç içi ile bir nesnenin tutulmasıdır (106). Kavramama (nonprehension); elin kanca kavrama gibi üst ekstremitelere kuvveti uygulaması için bir taban olarak kullanılmasıdır.

Hem bireysel fonksiyonel bağımsızlık hem de üst ekstremitelere performansı üzerindeki etkisi nedeniyle el becerisi değerlendirilmelidir. Poirier el becerisini "Öğrenme, eğitim ve deneyim yoluyla geliştirilen belirli sayıda kapasiteye dayalı olarak ince ve kaba hareketlerin hızlı koordinasyonunu gerektiren bir el becerisi"

olarak tanımlar. Bu yetenek, hız ve doğruluk açısından ölçülür ve testler, son derece iyi bir el-göz koordinasyonu ve ince motor kontrolü gerektirir (106). El becerileri kas kuvvetinin yanısıra GYA'de kullanım sıklığının, antropometrik değerler, cinsiyet, vücut ağırlığı gibi faktörlerden etkilenebilir. Dolayısıyla üst ekstremitte ve el ile ilgili değerlendirmelerde kavrama kuvvetinin yanısıra fonksiyonel testlerin de kullanılması tedavi planlaması ve etkinliğinde önem arz etmektedir (108). Elin fonksiyonelliğini belirlemek amacıyla hastaya eldeki sorunun günlük yaşam aktivitelerini ne kadar etkilediği sorulur. Kendine bakım, giyinme, beslenme, tuvalet kullanımı, yazı yazma, yemek hazırlama, mesleki aktivitelerdeki zorluk değerlendirilir. El beceri değerlendirmesinde Nine hole peg testi, Kutu blok testi (KBT), Sollerman el fonksiyon testi (SEFT), Jebsen taylor el fonksiyon testi (JTEFT), Moberg'in toplama testi gibi testler kullanılabilir.

2.4.2. El Fonksiyonlarının Tetraplejik Hastalarda Önemi

Tetraplejik hastalar için yaralanmanın en zayıflatıcı sonuçlarından biri, eldeki motor ve duyuşal işlevlerin bozulmasıdır. Rehabilitasyon sırasında el fonksiyonunun iyileştirilmesi, günlük yaşam aktivitelerindeki önemi ve bağımsızlık düzeyi üzerinde etkileri düşünülduğünde ne kadar önemli olduğu sonucuna varılabilir (109).

Tetrapleji, el dahil tüm üst ekstremitayı değişen derecelerde etkiler. Engellilik derecesini çoğunlukla hasarın ciddiyeti ve kapsamı ile belirler. Yüksek seviyeli tetraplejide (C1-C4) fonksiyon kaybı, düşük seviyeli tetraplejiden (C5-T1) daha fazladır. Yüksek seviyeli tetrapleji hastalarında tipik olarak kol veya el kas işlevi yoktur. Tipik olarak omuz yüksekliği ve bazı boyun kasları üzerinde kontrolleri vardır. C5 miyotom innervasyonu olan hastalar dirsek ekstansiyonu yapabilir. Uyarlanmış aletlerin kullanımıyla yemek yiyebilir ve kendilerini temizleyebilirler. C6 seviyesinin ana işlevi, zayıf bir el tutuşuyla sonuçlanan bilek ekstansiyonu yani tenodezdir (106). Tenodez tipi kavramada başparmağın diğer parmak(lar)la temas etmesini sağlar. Kavrama, parmak ve başparmak kaslarındaki pasif gerilim ile etkilenmemiş kasların kontrolü birleştirilerek üretilir. Bu tip bir tutuşun etkili olabilmesi için el bileği ekstansör kuvvetlerinin elin ağırlığı ile oluşan bilek fleksör stresinin ve bileği saran yapıların üstesinden gelebilmesi gerekir. Eldeki mevcut kuvvetler nedeniyle bilek uzantısı arttıkça kavrama sıkılır. Hasta hafif nesnelere alabilir ve küçük kayışlar

kullanarak yemek yemek, yazmak, dişlerini temizlemek, elektrikli tıraş makinesi kullanmak vb. için küçük aletleri kullanmayı öğrenebilir (92). C6 miyotom inervasyonu olan hastalar, uyarlanabilir cihazların yardımıyla bakım, banyo yapma, araba kullanma konusunda kendi kendine yeterli olabilir. Hastalar dirseklerini uzatabilir, el bileklerini bükebilir. Bu hareketler, kendilerini bağımsız olarak taşımalarına izin verebilir. Uygun el ve çevreye uyum sağlayan ekipman kullanımı ile bağımsız olarak yaşamaları bile mümkündür. C7 seviyesinde dirsek ekstansiyonunu, C8'de el parmak fleksiyonunun yapılması mümkündür. Yemek yeme, üst ekstremitte giyinmede bağımsızdırlar (106).

2.4.2. Tetraplejik Hastalarda El-Parmak Rehabilitasyonu

Tetraplejik hastalarda el-parmak rehabilitasyonu konvansiyonel terapi (KT), elektriksel stümilasyon, iş ve uğraşı terapisi, sanal rehabilitasyon ve robot yardımcı terapiyi içermektedir.

El için güçlendirme egzersizleri farklı şekillerde yapılabilmektedir. Farklı dirençlerdeki mandallar kullanılabilir. Terapi hamuru sıkıştırma, itme ve çekme hareketleri ile parmak kasları güçlendirilebilir. Supinasyon ve pronasyon için tekerlek çevirme, motor becerileri geliştirmek boncuk gibi küçük nesnelere tutma, el bilek kaslarını güçlendirmek için dirençli lastik egzersizleri yapılabilir (110).

2.5. ROBOT YARDIMLI TERAPİ

2.5.1. Giriş

RYT tekrarlayan fonksiyonel hareketlerle nöral plastisiteyi stümile ederek iyileşme düzeyini arttırmak için tek başına veya konvansiyonel terapiye ek olarak kullanılabilir (104). Yapılan birçok çalışmada RYT ile sensorimotor eğitimin üst ekstremitte fonksiyonlarını iyileştirdiği sonucuna varılmıştır (111).

2.5.2. Robot Yardımlı Terapi Avantajları

RYT'nin konvansiyonel rehabilitasyon tekniklerine göre bazı avantajları vardır. Bunlardan ilki terapistlere daha az bağımlı olmasıdır (111). Geleneksel tedavilere kıyasla motor kontrol işlevini, gücü ve hareketin doğruluğunu daha iyi

geliştirmek için yüksek yoğunluklu, sık tekrarlı, fonksiyonel ve hassas egzersizleri etkili bir şekilde yapabilir. Tekrar sayıları incelendiğinde terapistler tarafından yürütülen geleneksel rehabilitasyon programlarının yoğunluğu ve tekrarının bu düzeye ulaşmadığı görülmüştür. Fizyoterapistin bireysel eğitim sırasında fonksiyonel rehabilitasyona konsantre olmasına ve RYT esnasında hastaları eş zamanlı olarak denetlemesine ve gelişmeleri takip etmesine izin verir. Bu yaklaşım, fizyoterapistlerin uzmanlığından ve zamanından yararlanılarak rehabilitasyon programının verimliliğini artırarak hasta gelişimine katkı sağlayacaktır (112). Ayrıca tedavi verimliliğinde artışı sonucu hastaların hastanede yatış süreci kısılacak ve hastane kaynaklı komorbiditelerin de önüne geçilecektir.

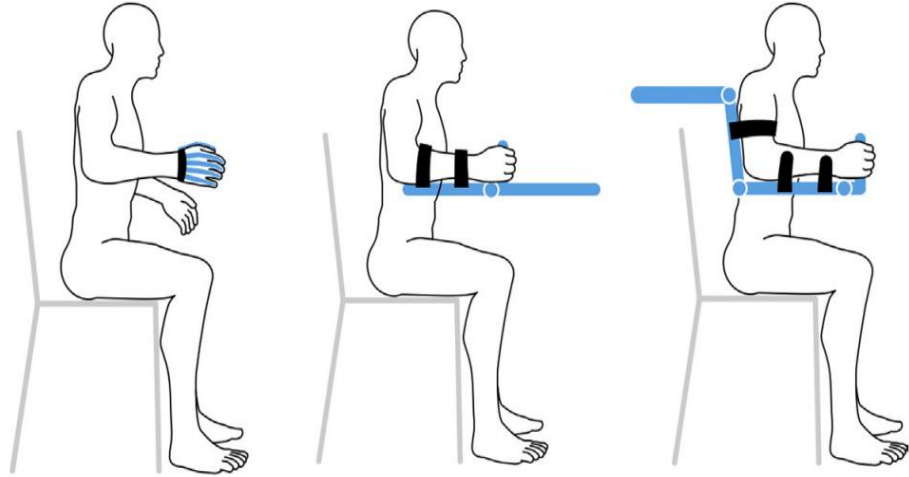
Robotik cihazların hastanın gelişimini değerlendirmek ve izlemek için hız, eklem hareket açıklığı ve pozisyon gibi ölçümleri yapma gibi avantajları mevcuttur. Yapılan ölçümler sonucu hastaların en çok ihtiyacı olan olan fonksiyonlara göre tedaviyi bireyselleştirme imkanı sunmaktadır (113). Bir üst aşamaya geçilerek, hastanın ekstremiteleri hareket halindeyken çeşitli kinematik ve dinamik parametreleri ölçebilmeleri ve performansla ilgili eklem hareket açıklığı ve hız hakkında da veri sağlamaktadır. Bu ölçümler ileri teknoloji gerektirmekte ve hastanın ilerlemesini klinik açıdan daha objektif bir şekilde ölçme imkanı sunmaktadır (112).

Çağımız teknolojisi ile birlikte robotik rehabilitasyon sistemleri hastalara geri bildirim sağlamak için görsel veya işitsel ipuçları verebilir. Cihazlarda bulunan basit oyunlar ve motive edici görsel efektler (gülen yüz, açan çiçek) tek başına veya birlikte kullanılabilir. Bu teknolojik özellikler sayesinde hastalar amaçsız hareketler yapmak yerine görev odaklı, performanslarını geliştirmeye yönelik çalışırlar. Performans gelişimi sonucu hastaların başarı duygusu hissetmesi sağlanır. Tüm bunların sonucunda hastaların rehabilitasyon programına katılımı ve motivasyonu artar (114,115).

RYT'nin el rehabilitasyonu açısından faydalarına bakıldığında RYT ile sanal nesnelere veya daha karmaşık ortamlarla duyuşal ve/veya motor etkileşimler yoluyla günlük yaşam aktivitelerini taklit ederek parmak hareketlerini kolaylaştırmaya, kas gücünü geliştirmeye ve elin işlevsel kullanımını eğitmeye yardımcı olabilir. İleri

derecede engeli olan hastalar bile egzersizlere aktif olarak katılabilir ve robotik terapi yardımıyla önemli sayıda aktif el hareketi gerçekleştirilebilir (103).

Robotlar, yoğunluğu arttırmanın ve iyi kontrol edilen ve tekrarlanabilir yardım sunmanın yanı sıra el rehabilitasyonunu iyileştirebilecek ekstra özel özellikler sunabilir. Birincisi hareketten sorumlu nöronal yolların aktivasyonunu güçlendirilebilir. İkinci olarak, robotlar sıklıkla hastalar tarafından uygulanan hareket ve kuvvetleri ölçerek, bir hastanın fonksiyonel yetenek veya bozukluk seviyesini karakterize edebilecek objektif ve sayısal veri sağlar. Üçüncüsü duyu ve motor işlevler yakından ilişkili olduğu için eldeki somatosensoryel bozukluklar motor iyileşmeyi engelleyebilir. El rehabilitasyon egzersizlerinin bir parçası olarak somatosensoryel algıyı öğretmekle dokunsal uyarım sağlanabilir ve bu sayede motor iyileşmeye de katkı sağlanır. Robotik eğitimin doz eşleştirmeli geleneksel terapi ile eşit veya daha iyi güç ve el işlevi kazanımları ile sonuçlandığı yapılan klinik çalışmalarda gösterilmiştir. El rehabilitasyonu için; motorlu el dış iskeletleri (ekzoskeleton), ele odaklanan uç efektör tabanlı cihazlar (end efektör) ve el eğitiminin kolla birleştirilebildiği tüm üst ekstremité çözümleri (kombine) olmak üzere üç tür robotik yaklaşım mevcuttur (Şekil 15) (103).



Şekil 15: Sırayla ekzoskeleton, end efektör ve kombine cihaz örnekleri (103)

Dış İskelet (Ekzoskeleton) : Dış iskeletler, ekstremitelere paralel olarak monte edilen eklemleri destekleyen ve hizalayan mekanik bir yapıdan oluşur (103,104). Programlanabilir sürücüler veya pasif öğelerle eklemleri hareket ettirebilirler (112). Çok yönlü ve çok düzlemli hareketleri uygulamak için

kullanılabilen daha kompleks cihazlar da mevcuttur. İstemli hareketleri algılayıp kolaylaştırma imkanı sunarlar (111). Prensip olarak doğal eklem hareketlerini kısıtlamaz (116). El dış iskeletleri elin arkasına ve parmaklara takılır ve hastaların elini açmasını sağlar veya nesnelere tutmak için güç artışı sağlayarak kavramayı destekler. Bazı cihazlar günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirmek ve klinik dışında ek tedavi imkanı sunmak için giyilebilir teknolojiye sahip olabilirler. Günlük yaşam aktiviteleri için klinik kullanımı dışında kullanılabilmesi avantaj sağlarken cihaz ağırlığının her hasta tarafından tolere edilmesindeki zorluk ve giyimnin zor olması dezavantajlarındandır. Kullanılan dış iskelet tipi robot örneklerinden uzak hareket merkezi mekanizmalarına sahip olan rijit mekanik yapı sistemlerinden oluşan Hand of Hope, BRAVO, HEXOSYS, HANDEXOS, HWARD, HEXORR, FINGER örnek verilebilir. Bir eldiven içine gömülü tendon benzeri sistemlerden oluşan X-glove, VAEDA, Gloreha olarak seçenekleri mevcuttur (103).

Uç Efektör (End efektör) : Uç efektör robotik cihazlar, ekstremitelerin distal kısımları yani parmak ucu veya orta falanks ile etkileşime girerek el ve el bilek işlevini eğitir (103,104). Günlük yaşam aktivitelerine karşılık gelen dinamik ortamların yeniden oluşturulmasını sağlar ve hastanın dönme eksenini ile distal bir hizalama çözünürlüğü sunar (117). Uç efektör hastanın sadece distal uzvunu desteklese de kas yorgunluğunu azaltmak için genellikle kolçaklarla destek sağlanır (116). Farklı el boyutlarına sahip hastalara ve hem sağ hem sol ele aynı cihaz kolayca uyarlanabilir. Rutgers Master II, HandCARE, AMADEO, HapticKnob, ReHapticKnob, EnableHand gibi cihazlar uç efektör cihazlara örnek olarak verilebilir. Uç efektör sistemler rehabilitasyon kliniklerinde sabit cihazlar olarak kullanılmaktadır. Bazı dış iskeletlerden farklı olarak, taşınabilir olmaları yerine, daha fazla tekrarın (yani daha yoğun terapinin) sunulabileceği güvenli bir ortamda günlük aktiviteleri taklit etmeleri amaçlanır. Uç efektör cihazlar yüksek kas tonusu olan hastalara yardımcı olmak için gerekli olabilecek daha büyük kuvvetlerin (yardımcı veya dirençli) uygulanmasına olanak tanır (103).

Tüm Üst Ekstremitayı İçeren Yöntemler: Hem proksimal hem de distal kolu çalıştırabilen robot, ileri derecede engelli hastalarda kol ve el hareketlerini kolaylaştırmak için kolun ağırlığını aktif olarak taşıyabilir. El modülleri ise tipik olarak, elin açılıp kapanmasına yardımcı olan ve kullanıcı-robot etkileşimini ölçen tek

serbestlik dereceli mekanik sistemlerden meydana gelir. Bir joystick benzeri tutamaç ile kullanıcının eli ile arabirim olarak kullanılır. ARMin IV, Gentle/G, InMotion2, MIT-Manus gibi cihazlar örnek olarak gösterilebilir (103).

2.5.3. AMADEO El-Parmak Robotu

AMADEO (Tyromotion Austria) el kavrama hareketinin geliştirilmesi ve elde kinetik ve kinematik parametrelerin iyileştirilmesi için güvenli, geçerli ve kullanımı kolay bir cihazdır. Efektör diğer teknolojik teknikleri (elektroenseleografi), elektromiyografi ve geleneksel mesleki yaklaşımları fizyoterapi nörorehabilitasyon yaklaşımlarıyla kombine kullanımına izin vererek hastalara tedavi imkanı sunmaktadır (14).

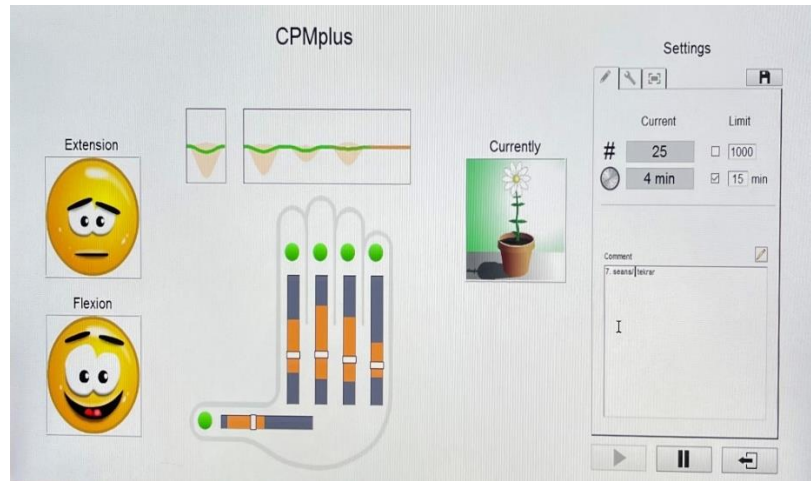
Amadeo elin fizyolojik hareketinin ve hastanın diğer tipik parmak hareketlerinin pasif, aktif yardımcı ve aktif modlarla entegre biyolojik geri bildirimle simülasyonunu sağlayan bir uç efektör robotik rehabilitasyon cihazıdır. Her hasta için özelleştirilmiş dört değerlendirme programı (kuvvet, ROM, ton, spastisite) mevcuttur. Farklı fonksiyonel işlevleri geri kazanabilmek için kas kuvvetinin değerlendirilmesine dayalı aktif bir tedaviye izin verir (117).

AMADEO, beş parmaktan birinin veya tümünün yatay bir düzlemde bağımsız olarak esnemesine ve uzamasına yardımcı olan uç efektör bir cihazdır. Kullanıcının parmaklarını robota bağlamak için elastik bantlar ve parmak pulpasına yerleştirilen minik mıknatıslar kullanılır. Bilekte kullanıcının kolu döndürmesini engelleyen yastıklı bir destek mevcuttur. Ön kol için cihaza ait destek bulunmaktadır. El bileği ve ön kol Velcro bir kayışla desteğe sabitlenir (103). Robot, eklem hizalamasının anatomik sınırlamalarından serbestlik derecesi sayesinde etkilenmez ve parmakların çoklu eklem hareketlerini ölçer (118).



Şekil 16: AMADEO EI-Parmak Robotu

Sensörler rehabilitasyon esnasında eş zamanlı hareket bilgisini bilgisayar ekranına iletir. Senkron parmak hareketleri beş sütun halinde gösterilir. Gerçekleştirilen hareket aralığının (turuncu sütun) ve kalan hareket aralığının (gri sütun) gösterildiği ekrana yansıtır (Şekil 15). Robot, seans başlamadan önce her bir parmak için tam pasif eklem hareket açıklığını ölçebilir ve hastalara hareket sonrası kalan eklem hareket açıklığını tamamlamaları için yardımcı kuvvet sağlayabilir (118).



Şekil 17: Eş zamanlı geri bildirim bilgisayar ekranı

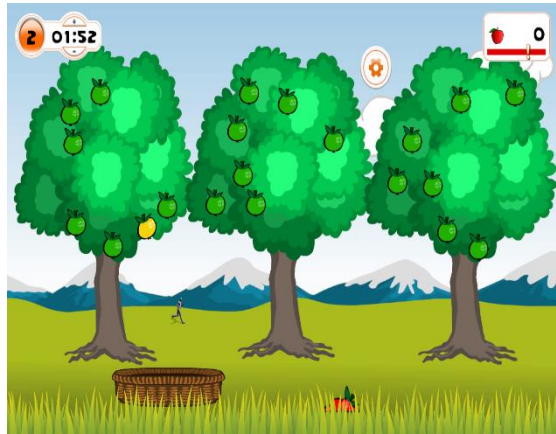
Robotik cihazlar bilek ve parmaklarda çok eklemlili hareketleri destekleyen 18 serbestlik derecesine kadar mekanizmalarla eklem hareketlerini destekleyebilir. Uç efektör tabanlı Amadeo el-parmak robotu, 5 DOF'a sahiptir. Parmak ucu ile başparmağı yanal olarak destekleyen iki döner eklemler aracılığıyla beş parmağın birinin veya aynı anda tümünün hareketini sağlayabilir. 5 DOF'un tümü bağımsızdır ve parmakların çalışma alanının neredeyse tamamını kapsayabilir (18,20).

Egzersizler (18);

1-Sürekli pasif hareket terapisi (CPM-CPM Plus) : Pasif hareketler ile EHA'nın korunmasının yanısıra ilgili somatosensoryel yolları uyarır. Ayrıca kas hipereksitabilitesini azaltmaya yardımcı olur (103).

2-Yardımlı terapi (Asistif terapi) : El hareketi robot tarafından desteklenir. Cihaz öncelikli olarak hastanın eklem hareket açıklığını istemli olarak yapabildiği kısma kadar izin verirken, hastanın istemli olarak tamamlayamadığı kalan eklem hareket açıklığını tamamlamak için yardımcı kuvvet sağlar.

3-Oyun terapisi: Sanal gerçeklik modalitesine entegre birçok oyun uygulaması mevcuttur. Sanal ortamda çeşitli hedefe yönelik görevler gerçekleştirerek aktif egzersiz eğitimi verilir. Oyun programları içinde elma ağacı, hedef tahtası, geri dönüşüm kutuları, balonlar, itfaiyeci vb seçenekler mevcuttur (Şekil 16).



Şekil 18: Oyun terapisi elma ağacı görseli

Hastaların el motor gelişimine ve ilerlemesine göre her egzersizin zorluğu günden güne arttırılabilir. Terapi sırasında kaydedilen ilerlemeye göre terapist bir dizi

farklı modül arasından hastaya en uygun modülü seçip uygulayabilir. Terapist, her birey için özel bir rehabilitasyon programı planlayabilir. Kişisel ihtiyaçlara göre seanslar arası veya egzersiz içinde dinlenme süresi verilebilir. Değerlendirme seansında robot tarafından ele fleksiyon ve ekstansiyon kuvvetleri uygulanarak eklem hareket açıklığı yüzdeleri hesaplanabilir. Hareketin sınırı her bir parmak için ayarlanabilir. Tek parmak veya birkaç tanesi tamamen egzersiz programından çıkarılabilir veya sınırlı olarak hariç tutulabilir. Bu sayede terapist, hastanın sahip olduğu her bir kısıtlamaya en iyi şekilde tedavi planlayabilir (18).



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. ÇALIŞMA TASARIMI

Çalışmamız, tek kör randomize kontrollü klinik çalışma olarak planlandı. Bu çalışma Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan onay alınarak gerçekleştirildi. Çalışmaya dahil edilmesi planlanan katılımcılara çalışma hakkında bilgilendirme yapıldı. Bilgilendirme sonunda çalışmaya katılmayı kabul eden katılımcılara bilgilendirilmiş gönüllü olur formu rehberliğinde çalışma ile ilgili ayrıntılı bilgi verilip imzalı onayları alındı.

3.2. HASTALARIN SEÇİMİ

Çalışmamızda 15.11.2021-15.05.2023 tarihleri arasında Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi (AFSÜ) Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon kliniğine rehabilitasyon amacıyla başvuran 18-65 yaş arası spinal kord yaralanması sonrası tetrapleji gelişen 41 hasta değerlendirildi. Dahil edilme kriterlerini karşılayan 38 hasta rastgele 2 gruba ayrıldı. Çalışmaya alınan hastalarda cinsiyet faktörü gözetilmedi.

Hastaların çalışmaya dahil edilme kriterleri;

1-18-65 yaş aralığında olmak

2-Sağlık durumu rehabilitasyon için elverişli olmak

3-Mini mental test puanı 15 ve üzeri olmak

4-En az bir taraf üst ekstremitte anahtar kas güçlerinden en az birinde 1-4 arasında fonksiyonu olması

5- Komutları anlayabilmek ve bilgilendirilmiş gönüllü olur formunu okuyup çalışmaya gönüllü olmak

Hastaların çalışmadan dışlanma kriterleri;

1-Üst ekstremitesinde dirençli ağrısı olan (Vizüel ağrı skalası >40)hastalar

2-Elde ciddi spastisitesi olan (Modifiye aschworth skalası (MAS) ≥ 3) hastalar

- 3-Ekleme hareket açıklığında ciddi kısıtlılığı olan/Elde kontraktürü olan hastalar
- 4-Son 6 ay içinde üst ekstremitede kırık veya operasyon geçiren hastalar
- 5-Son 6 ay içinde üst ekstremiteye botulinum toksin enjeksiyonu uygulanan hastalar
- 6-Deri ülseri olan hastalar
- 7-Ciddi görme defekti olan ve ciddi depresyonu olan hastalar
- 8-30 dakikadan uzun süre sandalyede oturamayacak hastalar
- 9-İnme öyküsü veya progresif nörodejeneratif hastalığı olan hastalar
- 10-Nöromuskuler hastalığı olan hastalar
- 11-Kontrolsüz epilepsisi olan hastalar

3.3. DEĞERLENDİRME PARAMETRELER VE ÖLÇEKLER

Hasta değerlendirme formuna çalışmaya uygun olduğu belirlenen hastaların ilk değerlendirmesi kaydedildi (Ek 1). Hasta değerlendirme formu hastaların demografik özellikleri (yaş, cinsiyet, meslek, medeni durum, eğitim durumu, vücut kitle indeksi), SKY etyolojisi, SKY tarihi, SKY sonrası geçen süre, dominant ekstremitesi, sistemik hastalıklar, kullanılan ilaçları içeriyordu.

Hastaların muayene bulguları kognitif değerlendirme Mini Mental Test (MMT), nörolojik muayene ASİA değerlendirme skalası, spastisite değerlendirilmesi Modifiye Ashworth Skalası (MAS), el beceri değerlendirmesi Sollerman El Fonksiyon Testi (SEFT) (Ek 1) ve Kutu Blok Testi (KBT), el kavrama gücü değerlendirilmesi el dinamometresi, parmak sıkıştırma gücü değerlendirmesi pinchmetre; aktivite kısıtlılığı Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (FBÖ), Omurilik Yaralanması Bağımsızlık Ölçeği III (OYBÖ III) (Ek 1); sosyal katılım SF-36 Yaşam Kalitesi Ölçeği (Ek 1) ile değerlendirildi.

Değerlendirmeler tedavi başlangıcında ve tedavi sonunda gruplara kör bir fizyatrist tarafından yapıldı ve kaydedildi.

3.3.1. Kognitif Değerlendirme

Mini Mental Test yaygın olarak kullanılan bir kognitif tarama testidir. Toplam skor 30 puandır. 15'in altındaki puanların düşük kognitif fonksiyonu, 15-26 arası puanların orta, 26 ve üstündeki puanların yüksek kognitif düzeyi gösterdiğini belirtilmiştir. Normal populasyonda ve travmatik beyin hasarı olan hastalarda Türkçe geçerlilik çalışmaları yapılmıştır.

3.3.2. Nörolojik Değerlendirme

Çalışmaya alınan hastalar ASİA değerlendirme formu kullanılarak nörolojik olarak muayene edildi. Hastaların nörolojik yaralanma düzeyleri belirlendi. Üst ekstremitte motor kas gücü ASİA değerlendirme formunda bulunan kas gücü değerlendirmesi kullanılarak bakıldı. Her iki üst ekstremitte motor kas gücü toplamı sağ ve sol üst ekstremitte olarak ayrı ayrı hesaplanarak ASİA üst ekstremitte motor skoru (ASİA ÜEMS) toplamı olarak kaydedildi.

Motor muayene, 6 noktalı bir ölçek (0 ila 5) kullanılarak her ekstremitedeki 5 anahtar kasın manuel kas testinden oluşur. Üst ekstremiteler için anahtar kaslar dirsek fleksörleri, bilek ekstansörler, dirsek ekstansörleri, parmak fleksörleri ve parmak abdüktörleri kas gücü değerlendirmesi yapıldı. Her hasta için sağ ve solda 5'er anahtar kas muayenesi sonrası üst ekstremitte motor skoru (ÜEMS) hesaplandı. Toplam skor sağ ve sol ekstremitte için ayrı olacak şekilde "0-25" puan arasında kaydedildi.

3.3.3. Spastisitenin Değerlendirilmesi

Hastaların omuz kuşağı, dirsek, el bileği, kalça, diz ve ayak-ayak bileği bölgelerindeki spastisitesini değerlendirmek için Modifiye Ashworth Skalası (MAS) kullanıldı. MAS ekstremitenin pasif hareketine karşı algılanan direnci değerlendiren 6 aşamalı bir ölçektir (119). Modifiye Ashworth Skalası;

0: Kas tonus artışı yoktur.

1: Etkilenen ekstremitenin fleksiyon veya ekstansiyon hareketinde kas tonusunda hafif bir artış vardır ve bu durum EHA sonunda minimum direncin saptanması veya bir yakalama-gevşeme hissinin algılanması şeklinde kendini gösterir.

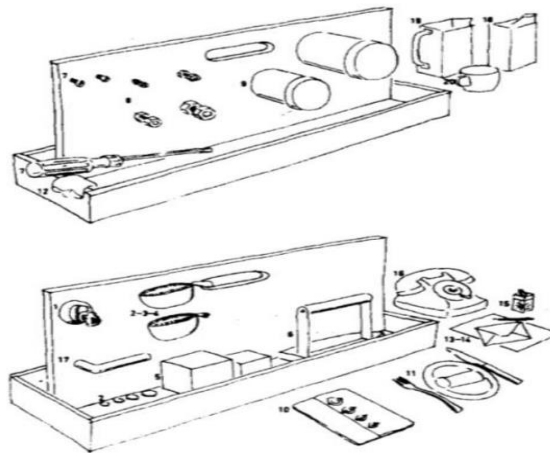
1+ : Etkilenen ekstremitenin fleksiyon veya ekstansiyonunda yakalama hissi veya EHA'nın yarısından daha azında minimal direnç ile birlikte kas tonusunda hafif bir artış mevcuttur.

2: EHA'nın çoğunda, etkilenen ekstremitenin fleksiyon veya ekstansiyonunda kas tonusunda daha belirgin bir artış vardır, ancak etkilenen kısımlar kolayca hareket ettirilebilir.

3: Etkilenen ekstremitenin kas tonusu pasif hareketi zorlaştıracak kadar artmış olup ekstremitede fleksiyon ve ekstansiyonda rijit haldedir.

3.3.4. El Fonksiyonlarının Değerlendirmesi

SEFT; Sekiz temel el kavramasını (pulpa tutuşu, lateral çimdikleme, üçlü çimdikleme, parmak çimdikleme, diagonal volar kavrama, transvers volar kavrama, küresel volar kavrama, ekstansiyon tipi kavrama) değerlendirme temeline dayalı 20 günlük yaşam aktivitesini içeren bir testtir. Bu aktiviteler kavrama paternleri ile birlikte ele ait önemli fonksiyonel özellikleri de değerlendirir. Aktivitelere ait puanlama 0-4 aralığında ve aktivitenin tamamlanma süresine göre yapıldı. Aktivitenin gerçekleştirilememesi 0 puan, 60 sn içinde gerçekleştirilmesi 1 puan, 60-41 sn arasında tamamlanması ya da istenen kavrama paterni ile gerçekleştirilmemesi 2 puan, 21-40 sn arasında tamamlanması ve kavrama paterninde minimum sapma olması 3 puan, 20 saniye içinde belirtilen kavrama paterni ile tamamlanması 4 puan olarak değerlendirilir. El fonksiyonlarını değerlendiren standardize, geçerli ve güvenilir bir testtir (107).



Şekil 19: Sollerman'ın el fonksiyon testinde kullandığı ekipmanlar (107)



Şekil 20: SEFT Ekipmanı

Kutu Blok Testi kaba el becerisini performans (süre) dayalı olarak değerlendirmeye yarar. 150 adet küçük tahta küpler hastanın test edilecek elinin olduğu kutudan yandaki kutuya doldurulur. Hastadan her seferinde bir tane küpü boş kutuya atması istenir. 60 saniye içinde kaç tane küp atıldığı sayılır. Sonuç skoru verir.



Şekil 21: Kutu Blok Testi

3.3.5. El Kavrama ve Parmak Sıkıştırma Gücü Değerlendirmesi

Katılımcıların el kavrama güçleri el dinamometresi ile ölçüldü. Ölçümler, omuz addüksiyonda ve nötral rotasyonda gövdeye bitişik, dirsek 90 derece fleksiyonda, el bileği 0-30 derece dorsifleksiyonda ve 0-15 derece ulnar deviasyonda başparmak yukarı gelecek şekilde oturtularak yapıldı. Baskın ve baskın olmayan

ellerde 5'er saniye ara ile ölçümler üçer kez tekrarlanarak (önce sağ sonra sol ve tekrar sağ vb.) üç ölçümün ortalaması kilogram cinsinden kaydedildi (120).



Şekil 22: El dinamometresi kullanım şekli

Parmak sıkıştırma gücü Pinçmetre ile ölçüldü. Ölçümler oturma pozisyonunda el bileği 90° fleksiyonda, ön kol nötral pozisyonunda iken yapıldı. Ölçümler bilateral olarak lateral, palmar ve parmak ucu kavramaları şeklinde üç ayrı pozisyonda yapıldı. Hastalardan maksimum güçle sıkılmaları istenilerek ve her ölçüm üç kez yapılarak ortalamaları kg cinsinden kaydedildi (120).

3.3.6. Aktivite Kısıtlılığı Değerlendirmesi

Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği, hastaların GYA'de bağımsızlığını değerlendirmek için kullanıldı. FBÖ, motor fonksiyonel kısıtlılığı değerlendirmek için kendine bakım, sfinkter kontrolü, transfer, yer değiştirmeyi içeren 4 alt kategoriden oluşan 13 maddeden meydana gelir. Bilişsel fonksiyonel kısıtlılığı değerlendirmek için iletişim ve sosyal algılamayı içeren 2 alt kategoriden oluşan 5 maddeden meydana gelir. 6 kategoriye ayrılan toplam 18 maddeden oluşan bir ölçektir. Her madde 7 puanlık bir ölçekle derecelendirilir. Toplamın en düşük ve en yüksek puanları 18 ile 126 arasında değişmektedir (121).

OYBÖIII omurilik yaralanmasında aktivite kısıtlılığını değerlendiren; kişisel bakım, solunum ve sfinkter yönetimi ve hareketlilikten oluşan kendine bakım,

mobilizasyon, respirasyon ve sfinkter kontrolü olmak üzere 3 işlevsel alana ayrılan toplam 17 maddeden oluşan bir testtir. Toplam puan 0 ile 100 arasında değişebilir. Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması mevcuttur (122). OYBÖ, işlevsel değişikliklere duyarlılığı artırmak için ikinci bir versiyona (OYBÖ-II) ve ardından kültürlerarası farklılıkları ortadan kaldırmak için üçüncü bir versiyona (OYBÖ-III) revize edilmiştir (123).

3.3.7. Sosyal Katılımın Değerlendirilmesi

Çalışmaya dahil edilen hastaların yaşam kalitesi SF-36 (Short-form 36) TSYaşam Kalitesi Ölçeği kullanılarak değerlendirildi. Bedensel işlev, fiziksel rol sınırlaması, ağrı, genel sağlık, zindelik, sosyal işlev, duygusal rol sınırlaması ve zihinsel sağlık, SF-36'nın ölçtüğü sekiz parametrenin ölçümünü sağlayan 36 maddeden oluşmaktadır. Sorular ve cevaplar için genellikle 2 ila 6 seçenek vardır. Alt ölçek puanları 0 ile 100 arasında değişmekte olup, yüksek puanlar daha yüksek yaşam kalitesini göstermektedir. Türkçe geçerlik ve güvenilirliği mevcuttur (124).

3.4. TEDAVİ PROGRAMI

Çalışmamız tek kör randomize kontrollü çalışma olarak tasarlandı. Hastalar kapalı zarf yöntemine göre Robot Yardımlı Terapi (RYT) ve Konvansiyonel Terapi (KT) gruplarına randomize edildi. Randomizasyon hastaları değerlendirmeyen veya rehabilite etmeyen bir araştırmacı tarafından gerçekleştirildi ve saklandı.

3.4.1. Robot Yardımlı Terapi

RYT grubuna her iki el için 30 dakika KT'ye ek olarak 30 dakika RYT uygulandı.

RYT olarak robotik terapi alanında eğitimli ve en az 5 yıl deneyimli fizyoterapist eşliğinde her iki üst ekstremite için 30'ar dakika boyunca el-parmak robotu [Amadeo (Tyromotion, Avusturya)] ile robotik rehabilitasyon uygulandı. İlk seansta hastaların parmaklarının hareket açıklığı (kaydedildi ve tüm seanslarda ROM aralıkları çalışıldı. On beş dakikalık CPM artı 15 dakikalık asistif (yardımcı) terapi modu kullanıldı. Hastaların aktif hareketler yapmasıyla ekranda gülen yüzler şeklinde görsel geri bildirimler oluştu.

CPM ve asistif terapi programlarını başarıyla tamamlayan hastalara oyun terapisi uygulandı. Oyun modları, kullanıcı tarafından uygulanan parmak kuvvetlerinin büyüklüğü ve yönü birleştirilerek belirlenen izometrik girdi yoluyla kontrol ediliyordu. Oyun modlarının temel amacı, belirli bir hedefe ulaşmayı amaçlayan katılımcıların parmak güçlerini kullanarak ekrandaki bir göstergeyi manipüle etmelerini sağlamaktı. Oyun modlarında farklı zorluk seviyeleri mevcut olup, bir zorluk seviyesini tamamlayabilen hastalar bir üst zorluk seviyesine geçmektedir. Katılımcılar maksimum sırt desteğiyle rahatça oturdular. Tedavi edilen taraf kol desteği üzerine yerleştirildi ve parmaklar manyetik plakalar aracılığıyla robota bağlandı (Şekil 23).



Şekil 23: El-parmak robotunda hasta pozisyonlaması

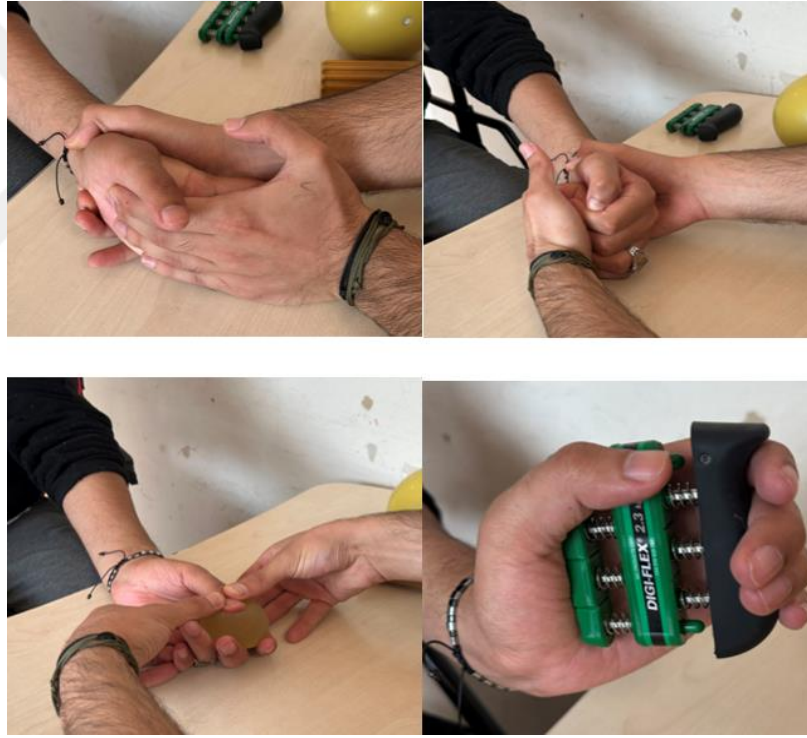


Şekil 24: Robot yardımcı terapi uygulama görselleri

KT olarak SKY rehabilitasyonunda eğitimli ve en az 5 yıl deneyimli fizyoterapist eşliğinde 10 dakika pasif ve aktif asistif eklem hareket açıklığı egzersizleri, 10 dakika güçlendirme egzersizleri ve 10 dakika görev odaklı egzersizlerden oluşan egzersiz programı uygulandı.

3.4.2. Konvansiyonel Terapi Grubu

Konvansiyonel terapi grubuna benzer şekilde SKY rehabilitasyonunda eğitimli ve en az 5 yıl deneyimli fizyoterapist eşliğinde her iki el için 30’ar dakika olmak üzere 10 dakika pasif ve aktif asistif eklem hareket açıklığı egzersizleri, 10 dakika güçlendirme egzersizleri ve 10 dakika görev odaklı egzersizlerden (blokların düzenlenmesi, hamur oynama etkinlikleri, tahtaları deliklere yerleştirme, boncuk dizme vb.) oluşan egzersiz programı uygulandı.



Şekil 25: Konvansiyonel terapi uygulama görselleri

Her iki gruba 6 hafta boyunca haftada 5 gün toplam 30 seans tedavi uygulandı. Hastalara tedavi programı sırasında kullandıkları medikal tedaviye aynı dozda devam etmeleri önerildi. Aksi takdirde değerlendirme verileri çalışma dışı bırakıldı. Çalışma sırasında ek rehabilitasyon tedavisi veya herhangi bir alternatif tedavi alan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

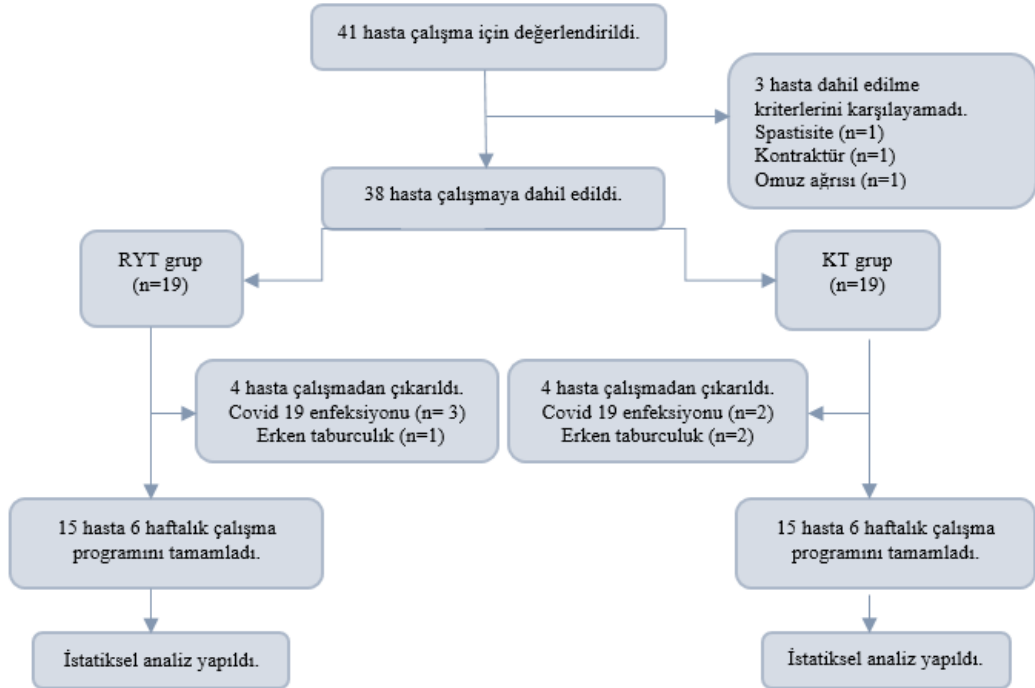
3.5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Tüm istatistiksel analizler için SPSS İstatistik yazılımı (versiyon 20.0; IBM Corp., Armonk, NY, ABD) kullanıldı. Verilerin dağılımının normalliğini analiz etmek için Shapiro-Wilk testi kullanıldı. Veriler tanımlayıcı istatistikler (aritmetik ortalama, ortanca, standart sapma, yüzde dağılımlar) ile değerlendirildi. Gruplar arası ortalama karşılaştırırken öncelikle normal dağılıma uygunluğu Kolmogorov Smirnov ve Shapiro Wilk testleri ile değerlendirildi. İki bağımlı grubun ortalamasını karşılaştırırken, parametrik koşulların sağlandığı durumlarda Paired t test, parametrik koşulların sağlanmadığı durumlarda Wilcoxon testi; iki bağımsız grubun ortalamasını karşılaştırırken parametrik koşulların sağlandığı durumlarda İndependet t test, parametrik koşulların sağlanmadığı durumlarda Mann Withney U testi kullanıldı. Kategorik verilerin gruplar arası yüzde dağılımlarını karşılaştırırken Ki Kare testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $P < 0.05$ olarak kabul edildi.

4. BULGULAR

4.1. HASTA SEÇİMİ

Bu çalışmada Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan onay alındıktan sonra 15.11.2021-15.05.2023 tarihleri arasında Afyonkarahisar Sağlık Bilimleri Üniversitesi (AFSÜ) Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon kliniğine rehabilitasyon amacıyla başvuran 18-65 yaş arası spinal kord yaralanması sonrası tetrapleji gelişen 41 hasta değerlendirildi. 3 hasta dahil edilme kriterlerini karşılamaması nedeniyle çalışma dışında bırakıldı. Çalışmaya katılmayı kabul eden 38 hasta rastgele RYT grubuna (n=19) veya KT grubuna (n=19) ayrıldı. RYT grubundaki 4 hasta ve KT grubundaki 4 hasta erken taburcu olma, kişisel nedenlerle katılmayı reddetme, tıbbi durumun kötüleşmesi, bası yarasının şiddetlenmesi, Covid-19 enfeksiyonu nedeniyle çalışmayı tamamlayamadı. Son olarak RYT grubunda 15 hasta ve KT grubunda 15 hastanın verileri analiz edildi.



Şekil 26: Hasta seçimi akış şeması

4.2. HASTALARIN DEMOGRAFİK VERİLERİ

Çalışmaya alınan 30 hastanın; RYT grubunda 2'si kadın (%13,3) ve 13'ü erkek (%86,7), KT grubunda 1'i kadın (% 6,7) ve 14'ü erkekti (%93,3). Cinsiyet açısından gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p:0,543). Çalışmaya alınan hastaların yaş ortalaması; RYT grubunda 37,53±16,50 yıl, KT grubunda 30,53±11,9 yıldır. Gruplar arasında yaş açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p: 0,25). Çalışmaya alınan 30 hastanın; RYT grubunda 9'u bekar (%60) ve 6'sı evliydi (%40), KT grubunda 11'i bekar (% 73,3) ve 4'ü evliydi (%26,7). Medeni durum açısından gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p: 0,439).

Çalışmaya alınan RYT grubundaki 15 hastanın hepsi okuryazar olup 2'si ilkokul mezunu (%13,3), 1'i ortaokul mezunu (%6,7), 9'u lise mezunu (%60), 3'ü üniversite mezunuydu (%20). KT grubundaki 15 hastanın hepsi okuryazar olup 4'ü ilkokul mezunu (%26,7), 1'i ortaokul mezunu (%6,7), 8'i ise lise mezunu (%53,3), 2'si üniversite mezunuydu (% 13,3). Öğrenim durumu açısından gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p: 0,819).

Çalışmaya alınan 30 hasta komorbidite varlığı (DM, HT, KAH) açısından incelendiğinde; RYT grubunda 14'ünde komorbidite yokken (%93,3), 1'inde komorbidite mevcuttu (%6,7). KT grubunda 15 hastanın hiçbirinde komorbidite yoktu (%100). Komorbidite varlığı açısından gruplar benzerdi (p:0,309). Çalışmaya alınan hastaların vücut kitle indeksi (VKİ) ortalamaları RYT grubunda 23,48±4,91 kg/m², KT grubunda 22,67±4,07 kg/m² idi. Tedavi öncesinde gruplar arasında VKİ açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p:0,205).

Çalışmaya alınan hastaların tedavi öncesi MMT skoru değerlendirmeleri karşılaştırıldığında grupların benzer olduğu görüldü (p>0,05) Özetle; KT grubu ile RYT grubu arasında yaş ve VKİ ortalama değerleri ile cinsiyet, öğrenim durumu açısından anlamlı fark yoktu (p>0,05) (Tablo 7).

Tablo 7: Çalışma gruplarının demografik verilere göre karşılaştırılması

	RYT Grubu	KT Grubu	p
	(Ort±SD)	(Ort±SD)	
	(n=15)	(n=15)	
Yaş (yıl) (Ort±SD)	37,53±16.50	30,53±11.9	0,250
VKİ (kg/m²) (Ort±SD)	23,48±4.91	22,67±4.07	0,205
Cinsiyet			
Kadın (n,%)	2 (%13,3)	1 (% 6,7)	0,543
Erkek (n,%)	13 (%86,7)	14 (%93,3)	
Medeni Durum			
Bekar	9 (%60)	11 (% 73,3)	0,439
Evli	6 (%40)	4 (%26,7)	
Öğrenim Durumu			
Okur Yazar	0 (%0)	0 (%0)	
Değil (n,%)			
İlkokul (n,%)	2 (%13,3)	4 (%26,7)	
Ortaokul (n,%)	1 (%6,7)	1 (%6,7)	
Lise (n,%)	9 (%60)	8 (%53,3)	
Üniversite (n,%)	3 (%20)	2 (% 13,3)	
Mini Mental Test (MMT)	29,26±0,59	29,46±0,63	0,328

p: Gruplar arası verilerin anlamlılık düzeyi, n: hasta sayısı, Ort±SD: Ortalama±Standart Deviasyon, VKİ: Vücut Kitle İndeksi, RYT: Robot Yardımlı Terapi, KT: Konvansiyonel terapi

Çalışmaya alınan hastaların ortalama yaralanma süreleri; RYT grubunda 42,66±37,65 ay, KT grubunda 54,13±33,85 aydı. Gruplar arasında yaralanma süresi açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu (p=0,950) (Tablo 8). Çalışmaya alınan hastalar yaralanma etyolojisi açısından incelendiğinde RYT grubunda 12'si travmatik (%80) 3'ü non travmatik (%20) etyolojiye sahipken, KT grubunda 15'i travmatik (%100) etyolojik nedenlerle tetrapleji gelişmiştir. Travmatik etyolojik nedenlerden RYT grubunda 5'i trafik kazaları(%33,3), 4'ü düşmeler (% 26,7), 2'si sığ suya atlama (% 13,3), 1'i ateşli silah yaralanması (% 6,7) sonucu tetrapleji gelişmiştir. KT grubunda 7'si trafik kazaları (%46,7), 4'ü düşmeler (% 26,7), 4'ü sığ suya atlama (% 26,7) sonucu tetrapleji gelişmiştir.

Çalışmaya alınan hastalar dominant el açısından incelendiğinde; RYT grubunda 13'ü sağ el (%86,7), 2'si sol el (%13,3) iken KT grubunda 14'ü sağ el (%93,3), 1'i sol el (%6,7) idi. Gruplar arasında dominant el açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p:0,543$) (Tablo 8).

Çalışmaya alınan hastalar yaralanma seviyesine göre incelendiğinde RYT grubunda 2 hasta C4 (%13,3), 6 hasta C5 (%40), 3 hasta C6 (%20), 4 hasta C7 (%26,7) idi. KT grubunda 2 hasta C4 (%13,3), 7 hasta C5 (%46,7), 3 hasta C6 (%20), 3 hasta C7 (%20) idi. RYT grubunda 6 hastada komplet yaralanma (%40), 9 hastada inkomplet yaralanma (%60) mevcuttu. KT grubunda 5 hastada komplet yaralanma (%33,3), 10 hastada inkomplet yaralanma (%66,7) mevcuttu.

Hastalar ABS Skalası'na göre incelendiğinde 11'i AİS A (%36,7), 11'i AİS B (%36,7), 4'ü AİS C (%13,3), 4'ü AİS D (%13,3) idi. Gruplar arasında yaralanma seviyesi, komplet-inkomplet yaralanma ve ABS açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$).

Çalışmaya alınan hastaların fonksiyonel ambulasyon düzeyi Fonksiyonel Ambulasyon Skalası (FAS)'na göre incelendiğinde KT ve RYT grubunda 13'er hasta FAS Evre 0 (%86,7) iken, 2'şer hasta FAS Evre 1 (%13,3) idi. Gruplar arasında FAS açısından istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$).

Tablo 8: Grupların yaralanma süresi, etiyojileri, yaralanan seviye, nörolojik yaralanma seviyesi ve ABS verilerinin karşılaştırılması

		RYT Grubu	KT Grubu	p
		(Ort±SD)	(Ort±SD)	
		(n=15)	(n=15)	
Yaralanma süresi (ay) (Ort±SD)		42,66±37,65	54,13±33,85	0,950
Yaralanma Etiyolojisi (n,%)	Travmatik	12 (%80)	15 (%100)	0,68
	Non-Travmatik	3 (%20)	0 (%0)	
Dominant El (n,%)	Sağ	13 (%86,7)	14 (%93,3)	0,974
	Sol	2 (%13,3)	1 (%6,7)	
NYS (n,%)	C4	2 (%13,3)	2 (%13,33)	
	C5	6 (%40)	7 (%46,7)	
	C6	3 (%20)	3 (%20)	
	C7	4 (%26,7)	3 (%20)	
	C8	0 (%0)	0 (%0)	
ABS (n,%)	A (n,%)	6 (%40)	5 (%33,4)	0,980
	B (n,%)	5 (%33,4)	6 (%40)	
	C (n,%)	2 (%13,3)	2 (%13,3)	
	D (n,%)	2 (%13,3)	2 (%13,3)	
Komplet Yaralanma (n,%)		6 (%40)	5 (%33,3)	0,705
İnkomplet Yaralanma (n,%)		9 (%60)	10 (%66,7)	

p: Gruplar arası verilerin anlamlılık düzeyi, n: hasta sayısı, Ort±SD: Ortalama±Standart Deviasyon, NYS: Nörolojik Yaralanma Seviyesi, ABS: ASİA Bozukluk Skalası

4.3. HASTALARIN KLİNİK VERİLERİNİN TEDAVİ ÖNCESİ VE TEDAVİ SONRASI GRUPLAR ARASI KARŞILAŞTIRMASI

4.3.1 ASİA Üst Ekstremitte Motor Skoru

Çalışmaya alınan hastaların tedavi öncesi ASİA ÜEMS değerlendirmeleri karşılaştırıldığında grupların benzer olduğu görüldü ($p>0,05$). RYT ve KT gruplarında

grup içi tedavi ncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) ASIA ÜEMS karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı iyileşme vardı ($p < 0,05$).

Grupların tedavi sonrası (T1) ASIA ÜEMS'i karşılaştırıldığında benzer olduğu görüldü ($p > 0,05$) (Tablo 9).

Tablo 9: ASIA ÜEMS grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

		RYT Grubu	KT Grubu	p
		(n=15)	(n=15)	
		(Ort±SD)	(Ort±SD)	
Sağ El	T0	13,20±3,64	13,20±4,81	>0,999
	T1	16,20±4,31	13,53±4,94	0,127
	P*	<0,001	0,019	
Sol El	T0	12,66±4,01	13,80±4,12	0,452
	T1	15,60±5,12	14,06±4,33	0,384
	P*	<0,001	0,041	

p: Gruplar arası verilerin anlamlılık düzeyi, P*: Grup içi verilerin anlamlılık düzeyi n: hasta sayısı, Ort±SD: Ortalama±Standart Deviasyon

4.3.2 Spastisite Değerlendirmesi

Çalışmaya alınan hastaların spastisitesi Modifiye Ashworth Skalası (MAS) ile değerlendirildi. Çalışmaya alınan hastaların tedavi öncesi MAS median değerleri karşılaştırıldığında grupların benzer olduğu görüldü ($p > 0,05$). RYT ve KT grubunda grup içi tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) MAS evreleri median değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu ($p > 0,05$).

Gruplar arasında tedavi sonrası (T1) MAS median değerleri karşılaştırıldığında spastisitenin benzer olduğu görüldü ($p > 0,999$) (Tablo 10).

Tablo 10: Spastisitenin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

		RYT Grubu	KT Grubu	p
		(n=15)	(n=15)	
		Ortanca	Ortanca	
		(min-mak)	(min-mak)	
Spastisite Sağ El				
Dirsek Fleksörleri	T0	0 (0-2)	0 (0-2)	>0.999
	T1	0 (0-1)	0 (0-2)	>0.999
	P*	>0.999	>0.999	
El Bilek Fleksörler	T0	0(0-0)	0 (0-2)	>0.999
	T1	0 (0-0)	0 (0-2)	>0.999
	P*	>0.999	>0.999	
Parmak Fleksörleri	T0	0 (0-1)	0 (0-1)	>0.999
	T1	0 (0-1)	0 (0-1)	>0.999
	P*	>0.999	>0.999	>0.999
Spastisite Sol El				
Dirsek Fleksörleri	T0	0 (0-2)	0 (0-2)	>0.999
	T1	0 (0-1)	0 (0-2)	>0.999
	P*	>0.999	>0.999	
El Bilek Fleksörler	T0	0(0-0)	0 (0-2)	>0.999
	T1	0 (0-0)	0 (0-2)	>0.999
	P*	>0.999	>0.999	
Parmak Fleksörleri	T0	0 (0-1)	0 (0-1)	>0.999
	T1	0 (0-1)	0 (0-1)	>0.999
	P*	>0.999	>0.999	>0.999

p: Gruplar arası verilerin anlamlılık düzeyi, P*: Grup içi verilerin anlamlılık düzeyi n: hasta sayısı, Ort±SD: Ortalama±Standart Deviasyon

4.3.3 El Fonksiyonları Test Değerlendirme Sonuçları

Çalışmaya alınan hastaların el fonksiyonel değerlendirmeleri Sollerman El Fonksiyon Testi (SEFT) ve Kutu Blok Testi (KBT) ile karşılaştırıldı. Çalışmaya alınan hastaların tedavi öncesi her iki el için SEFT değerlendirmeleri karşılaştırıldığında

grupların benzer olduğu görüldü ($p>0,05$). RYT ve KT grubunda grup içi tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) her iki el için SEFT karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı iyileşme vardı ($p<0,05$).

Gruplar arası tedavi sonrası (T1) SEFT skorları karşılaştırıldığında RYT grubunda KT grubuna göre SEFT skorları daha yüksek saptandı (Sağ el için $p=0,032$, Sol el için $p=0,049$) (Tablo 11).

Tablo 11: SEFT'nin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

		RYT Grubu	KT Grubu	p
		(n=15) (Ort±SD)	(n=15)(Ort±SD)	
Sağ El SEFT	T0	19,40±12,46	20,40±15,43	0,847
	T1	38,60±21,37	22,86±16,50	0,032
	P*	<0,001	<0,001	
Sol El SEFT	T0	20,86±15,14	21,66±18,88	0,89
	T1	38,60±21,37	23,26±19,35	0,049
	P*	<001	0,007	

p: Gruplar arası verilerin anlamlılık düzeyi, P*: Grup içi verilerin anlamlılık düzeyi n: hasta sayısı, Ort±SD: Ortalama±Standart Deviasyon

Çalışmaya alınan hastaların tedavi öncesi her iki el için KBT değerlendirmeleri karşılaştırıldığında grupların benzer olduğu görüldü ($p>0,05$). RYT ve KT grubunda grup içi tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) KBT karşılaştırıldığında RYT grubunda her iki elde, KT grubunda sol elde istatistiksel olarak anlamlı iyileşme vardı ($p<0,05$), KT grubunda sağ elde istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptanmadı ($p>0,05$).

Gruplar arası tedavi sonrası (T1) KBT değerlendirmeleri karşılaştırıldığında RYT grubunda KT grubuna göre KBT değerleri daha yüksek saptandı (Sağ el için $p=0,034$, Sol el için $p=0,014$) (Tablo 12).

Tablo 12: KBT'nin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

	RYT Grubu	KT Grubu	p
	(n=15) (Ort±SD)	(n=15) (Ort±SD)	
Sağ el KBT			
T0	18,66±10,51	24,20±14,27	0,237
T1	37,13±15,79	25,0±13,92	0,034
P*	<0,001	0,280	
Sol el KBT			
T0	18,86±12,07	19,80±16,34	0,860
p*	36,73± 16,56	20,93±16,40	0,014
P*	<001	0,007	

p: Gruplar arası verilerin anlamlılık düzeyi, P*: Grup içi verilerin anlamlılık düzeyi n: hasta sayısı, Ort±SD: Ortalama±Standart Deviasyon

4.1.4 El Kavrama ve Parmak Sıkıştırma Gücü Değerlendirmeleri

Çalışmaya alınan hastaların el kavrama gücü el dinamometresi ile ve parmak sıkıştırma gücü Pinçmetre ile değerlendirildi. Pinçmetre alt parametreleri parmak ucu sıkıştırma, lateral sıkıştırma ve palmar sıkıştırma olarak değerlendirildi.

Çalışmaya alınan hastaların tedavi öncesi her iki el kavrama gücü değerlendirmeleri karşılaştırıldığında grupların benzer olduğu görüldü ($p>0,05$). RYT ve KT grubunda grup içi tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) kavrama gücü karşılaştırıldığında sadece sol el için RYT grubunda istatistiksel olarak anlamlı iyileşme vardı ($p<0,05$). Sağ el için RYT grubunda ve KT grubunda istatistiksel olarak anlamlı iyileşme yoktu ($p>0,05$).

Gruplar arasında tedavi sonrası (T1) kavrama gücü değerlendirmeleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$) (Tablo 13).

Tablo 13: El kavrama gücünün gruplar içi ve gruplar arası karşılaştırması

	RYT Grubu	KT Grubu	p
	(n=15) (Ort±SD)	(n=15) (Ort±SD)	
Sağ el kavrama gücü			
T0	0,93±2,12	0,8±2,11	>0,999
T1	2,73±6,12	1,0±2,6	0,713
P*	0,068	0,180	
Sol el kavrama gücü			
T0	1,46±2,47	1,66±3,82	0,624
p*	3,4±5,4	2,13±4,70	0,250
P*	0,011	0,102	

p: Gruplar arası verilerin anlamlılık düzeyi, P*: Grup içi verilerin anlamlılık düzeyi n: hasta sayısı, Ort±SD: Ortalama±Standart Deviasyon

Çalışmaya alınan hastaların tedavi öncesi her iki el için parmak sıkıştırma gücü değerlendirmeleri karşılaştırıldığında grupların benzer olduğu görüldü ($p>0,05$). RYT ve KT grubunda grup içi tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) parmak sıkıştırma gücü karşılaştırıldığında sağ el için parmak ucu alt parametresinde, sol el için tüm alt parametrelerde RYT grubunda istatistiksel olarak anlamlı iyileşme vardı ($p<0,05$). KT grubunda ise her iki el için de istatistiksel olarak anlamlı iyileşme yoktu ($p>0,05$).

Gruplar arasında tedavi sonrası (T1) parmak sıkıştırma gücü değerlendirmeleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$) (Tablo 14).

Tablo 14: Parmak sıkıştırma gücünün gruplar arası ve grup içi karşılaştırması

		RYT Grubu	KT Grubu	p
		(n=15)	(n=15)	
		(Ort±SD)	(Ort±SD)	
Sağ El Sıkıştırma Gücü				
Parmak Ucu	T0	0,26±0,59	0,13±0,51	0,567
	T1	0,80±1,32	0,13±0,51	0,217
	p*	0,038	>0,999	
Lateral	T0	0,26±0,79	0,13±0,51	0,775
	T1	0,73±1,48	0,20±0,77	0,367
	P*	0,109	0,317	
Palmar	T0	0,20±0,77	0,06±0,25	>0,999
	T1	0,66±1,29	0,06±0,25	0,325
	P*	0,109	>0,999	
Sol El El Sıkıştırma Gücü				
Parmak Ucu	T0	0,46±1,06	0,26±0,79	0,567
	T1	1,26±1,94	0,33±0,89	0,137
	p*	0,024	0,317	
Lateral	T0	0,73±1,38	0,33±0,82	0,512
	T1	1,66±2,12	0,40±0,91	0,089
	P*	0,026	0,317	
Palmar	T0	0,33±0,89	0,20±0,56	0,967
	T1	1,00±1,41	0,33±0,89	0,217
	P*	0,041	0,317	

p: Gruplar arası verilerin anlamlılık düzeyi, P*: Grup içi verilerin anlamlılık düzeyi n: hasta sayısı, Ort±SD: Ortalama±Standart Deviasyon

4.1.5 Aktivite Kısıtlılığı Değerlendirmesi

Çalışmaya alınan hastaların aktivite kısıtlılığı OYBÖ III (total ve alt skorlar) ve FBÖ (total ve alt skorlar) ile değerlendirildi. Çalışmaya alınan hastaların tedavi öncesi OYBÖ-III değerlendirmeleri karşılaştırıldığında (total ve alt skorlar) grupların benzer olduğu görüldü ($p>0,05$). Her iki grupta grup içi tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) OYBÖ-III karşılaştırıldığında kendine bakım, hareketlilik ve total skorda

istatistiksel olarak anlamlı iyileşme vardı ($p < 0,05$), solunum ve sfinkter kontrolü alt parametrelerinde ise istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptanmadı ($p > 0,05$). Gruplar arası tedavi sonrası (T1) OYBÖ-III skorları karşılaştırıldığında kendine bakım alt parametresi RYT grubunda KT grubuna göre daha yüksek saptandı ($p = 0,009$), solunum ve sfinkter kontrolü, hareketlilik ve total skorların ise benzer olduğu görüldü ($p > 0,05$) (Tablo 15).

Tablo 15: OYBÖ-III grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

		RYT Grubu	KT Grubu	p
		(n=15) (Ort±SD)	(n=15) (Ort±SD)	
Kendine Bakım	T0	3,13±1,92	5,0±3,18	0,064
	T1	9,80±4,49	5,60±3,60	0,009
	P*	<0,001	0,007	
Solunum ve Sfinkter Kontrolü	T0	18,80±7,79	19,00±9,44	0,539
	T1	18,80±7,79	19,00±9,44	0,539
	P*	P>0,999	P>0,999	
Hareketlilik	T0	9,40±8,65	9,53±8,60	0,819
	T1	14,20±11,05	10,06±8,40	0,228
	P*	0,001	0,034	
TOTAL	T0	31,33±16,91	32,20±18,82	0,967
	T1	42,53±21,73	33,33±19,00	0,148
	P*	0,001	=0,003	

p: Gruplar arası verilerin anlamlılık düzeyi, P*: Grup içi verilerin anlamlılık düzeyi n: hasta sayısı, Ort±SD: Ortalama±Standart Deviasyon

Çalışmaya alınan hastaların tedavi öncesi FBÖ değerlendirmeleri karşılaştırıldığında (total ve alt skorlar) grupların benzer olduğu görüldü ($p > 0,05$). Her iki grupta grup içi tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) FBÖ karşılaştırıldığında kendine bakımda ve total parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı iyileşme vardı ($p < 0,05$), sfinkter kontrolü, mobilizasyon, iletişim ve sosyal algılama alt parametrelerinde ise istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptanmadı ($p > 0,05$). Grup içi FBÖ transfer alt parametresinde RYT grubunda istatistiksel olarak anlamlı iyileşme varken ($p < 0,05$), KT grubunda iyileşme yoktu. Gruplar arası tedavi sonrası (T1) FBÖ

alt parametreleri ve total skorları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$) (Tablo 16).

Tablo 16: FBÖ grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

		RYT Grubu (n=15) (Ort±SD)	KT Grubu (n=15) (Ort±SD)	p
Kendine Bakım	T0	13,40±5,65	13,33±5,98	0,967
	T1	17,80±6,95	14,33±6,46	0,151
	P*	0,001	0,002	
Sfinkter Kontrolü	T0	4,80±4,24	3,93±3,91	0,631
	T1	5,0±4,61	3,93±3,91	0,580
	P*	0,180	>0,999	
Transfer	T0	5,73±3,19	4,66±2,60	0,421
	T1	6,60±4,50	4,66±2,60	0,204
	P*	0,024	>0,999	
Mobilizasyon	T0	3,33±2,19	2,66±1,75	0,228
	T1	3,60±2,66	2,66±1,75	0,208
	P*	0,180	>0,999	
İletişim	T0	13,86±0,51	14,0±0,0	0,317
	T1	13,86±0,51	14,0±0,0	0,317
	P*	>0,999	>0,999	
Sosyal Algılama	T0	21±0,0	21±0,0	>0,999
	T1	21±0,0	21±0,0	>0,999
	P*	>0,999	>0,999	
TOTAL	T0	61,33±12,35	59,53±12,34	0,693
	T1	67,80±14,86	60,53±12,78	0,152
	P*	0,001	0,002	

p: Gruplar arası verilerin anlamlılık düzeyi, P*: Grup içi verilerin anlamlılık düzeyi n: hasta sayısı, Ort±SD: Ortalama±Standart Deviasyon

4.3.6. Yaşam Kalitesi Değerlendirmeleri

Çalışmaya alınan hastaların yaşam kalitesi SF-36 formu ile değerlendirildi. Çalışmaya alınan hastaların tedavi öncesi SF-36 alt parametrelerinin karşılaştırılmasında mental sağlık alt parametresi KT grubunda daha yüksekti ($p<0,05$). Fiziksel fonksiyon, fiziksel rol kısıtlılığı, emosyonel rol kısıtlılığı, vitalite, sosyal fonksiyon, ağrı ve genel sağlık alt parametrelerinde grupların benzer olduğu görüldü ($p>0,05$). RYT grubunda grup içi tedavi öncesi (T0) ve tedavi sonrası (T1) SF-36 alt parametrelerinin karşılaştırılmasında emosyonel rol kısıtlılığında istatistiksel olarak anlamlı iyileşme vardı ($p<0,05$), KT grubunda SF-36 alt parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptanmadı ($p>0,05$).

Gruplar arası tedavi sonrası (T1) SF-36 alt parametreleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p>0,05$) (Tablo 17).

Tablo 17: SF-36 grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

		RYT Grubu	KT Grubu	p
		(n=15) (Ort±SD)	(n=15) (Ort±SD)	
SF-36 Fiziksel Fonksiyon (Ort±SD)	T0	0,00±0,00	0,00±0,00	>0,999
	T1	0,00±0,00	0,00±0,00	>0,999
	P*	>0,999	>0,999	
SF-36 Fiziksel Rol Kısıtlılığı (Ort±SD)	T0	1,66±6,45	5,00±10,35	0,539
	T1	16,66±29,34	18,33±25,81	0,713
	P*	0,125	0,125	
SF-36 Emosyonel Rol Kısıtlılığı (Ort±SD)	T0	15,54±17,19	31,08±23,45	0,089
	T1	35,54±34,43	44,42±32,53	0,461
	P*	0,031	0,250	
SF-36 Enerji-Vitalite (Ort±SD)	T0	55,00±14,88	62,66±13,47	0,267
	T1	55,33±15,05	65,66±13,34	0,074
	P*	>0,999	0,549	
SF-36 Mental Sağlık (Ort±SD)	T0	56,00±15,78	68,26±9,49	0,010
	T1	64,00±14,65	69,86±9,66	0,325
	P*	0,092	>0,999	
SF-36 Sosyal Fonksiyon (Ort±SD)	T0	44,16±30,20	48,33±20,52	0,512
	T1	49,16±29,30	61,66±20,30	0,187
	P*	0,774	0,388	
SF-36 Ağrı (Ort±SD)	T0	65,00±26,08	80,66±17,17	0,081
	T1	80,33±19,19	76,5±16,03	0,486
	P*	0,109	0,508	
SF-36 Genel Sağlık (Ort±SD)	T0	52,66±13,74	59,0±13,91	0,161
	T1	55,00±16,36	53,0±13,98	0,683
	P*	0,581	0,180	

p: Gruplar arası verilerin anlamlılık düzeyi, P*: Grup içi verilerin anlamlılık düzeyi n: hasta sayısı, Ort±SD: Ortalama±Standart Deviasyon

5. TARTIŞMA

SKY kalıcı motor ve duyuşsal eksikliklerle sonuçlanan travmatik bir olaydır. Birçok araştırmacının gerçekçi terapötik tedaviler tasarlamak için çabalarına rağmen engelliliğe yol açar (23). Çoğu tetraplejik SKY hastasının üst ekstremite işlevinde kısıtlılığı vardır ve bu da günlük yaşam aktivitelerinde bağımlılığa yol açarak tetraplejik hastalarda yaşam kalitesini düşürür (125).

Büyük bir tetraplejik hasta popülasyonunda yapılan bir çalışmada üst ekstremite bozukluğu ile diğerk SKY ile ilişkili bozuklukların etkileri araştırılmış. Tetraplejiklerde el işlevinde iyileşmenin yüksek bir etkinin yanı sıra hastalara yapılan anket çalışmalarında da hastalar tarafından en önemli işlevsel öncelik olarak tanımlandığı görülmüştür (8). Bu nedenle SKY'li hasta rehabilitasyonunda üst ekstremite kuvvetini ve fonksiyonelliğini iyileştirmek için çeşitli tedavi seçeneklerinin etkileri ve uygulanabilirliğine dair birçok araştırma yapılmaktadır (125). Literatürde üst ekstremite iyileşmesi için uygulanan tedaviler çeşitli egzersiz tedavilerini, elektriksel stimülasyonu, iş uğraşı terapisini, sanal rehabilitasyonu, tekrarlayan transkranyal manyetik stimülasyonu ve üst ekstremite RYT'ni içerir (96).

Egzersiz tüm rehabilitasyon protokollerinde yer alan ana uygulamadır. Kas kuvveti, dayanıklılık ve fonksiyonel kapasitedeki düşüş SKY'li bireyler arasındaki temel sağlık endişeleridir ve SKY'li kişilerde yaşam kalitesinin düşmesiyle ilişkilendirilmiştir. Yapılan çalışmalarla egzersiz odaklı tedavilerin kanıt düzeylerinin yüksek olduğu gösterilmiştir (126). Egzersiz hastanın tekrarlayan fiziksel aktivitesine pasif veya aktif olarak izin veren, genellikle omuriliğın etkilenen bölgelerine ritmik bir stimülasyon sağlayan non-invaziv bir tedavidir. Egzersizin kas kütesini koruduğu, motor ve duyuşsal işlevi geri kazandırdığı, nörotrofik faktör üretimi yoluyla sinaptik plastisiteyi indüklediği gösterilmiştir (23). Aktiviteye dayalı rehabilitasyon terapileri sayesinde merkezi sinir sisteminin fonksiyonel olarak yeniden düzenlenmesinin, yetişkin sıçanlarda ön ayak fonksiyonunu iyileştirdiği ve hasarsız kortikospinal sistem liflerinin plastik filizlenmesini artırdığı prelinik çalışma verileriyle gösterilmiştir (10). Sandrow-Feinberg ve arkadaşları tarafından sıçanlar üzerinde yapılan bir çalışmada egzersizin bahsedilen faydalarının yanısıra vücut için hücreşel ve biyokimyasal seviyelerde de avantajlı olduğu gösterilmiştir (23). Jacobs ve

arkadaşlarının sunduğu bir derlemede; SKY'li kişiler tarafından yapılan egzersizin fiziksel kondisyonu iyileştirdiğine ve çoklu sistem hastalık duyarlılığını azalttığına dair güvenilir kanıtlar olduğunu ayrıca, alışılmış egzersizin, engelli yaşlandıkça ortaya çıkan yorgunluğu, ağrıyı, zayıflığı, eklem bozulmasını ve yeni başlayan nörolojik kusurları azaltabileceğini öne sürmektedir (127). SKY'li bireylerde yoğun ve aktiviteye dayalı yapılan egzersiz miktarı ile fonksiyonel iyileşme arasında muhtemel bir doz-yanıt ilişkisi olduğunu öne süren çalışmalar mevcuttur (128). Egzersiz programlarına yardımcı olabilecek yeni tedavi stratejileri araştırılmaya başlanmıştır. RYT bu tedavi yöntemlerindedir. RYT'nin geleneksel terapi ile eşit fonksiyonel kazanımlar sağlayabileceği yapılan çalışmalarla desteklenmiştir (103).

RYT gelişen teknoloji ile birlikte nörolojik rehabilitasyonda giderek daha fazla kullanılmaktadır. RYT'nin sık tekrarlı ve yoğun aktiviteye izin vermesi, fizyoterapistin fiziksel yorgunluğunun önüne geçilerek bilgi ve deneyimlerinden faydalanılmasının sağlanması bu sayede hastanın eksik olduğu daha çok geliştirilmesi amaçlanan aktiviteler üzerinde yoğunlaşmasını sağlamaktadır (125). Terapistler arasındaki tedavi deneyimindeki değişkenlik tedavinin homojenliğini engelleyebilir. Bu tür faktörler, nörolojik düzelenin hala mümkün olduğu önemli dönemlerde etkili tedaviyi engelleyebilir (129). Bu faydalarının yanısıra hastaların rehabilitasyon programından keyif almasının sağlanması gibi etkileri de göz önünde bulundurulduğunda RYT'nin geleneksel rehabilitasyonun etkinliğini artırabileceği sonucuna varılabilir. Fizibiliteelerini ve etkinliklerini doğrulamak için çeşitli tiplerde üst ekstremitelerde rehabilite edici robotlar geliştirilmiş ve bunlar üzerinde çalışılmıştır (125).

Yapılan literatür taramasında büyük örneklem boyutuna sahip randomize kontrollü çalışmalarla inmede üst ekstremitelerde RYT'nin etkinliğini destekleyen birçok çalışma mevcuttur (15,18,113,118). 2014 yılında Sale ve arkadaşlarının ve 2019 yılında Calobro ve arkadaşlarının inmeli hastalarla yaptıkları çalışmalarda RYT'nin el motor fonksiyonlarını geliştirdiği sonucuna varılmıştır (20). Zengin-Metli ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada RYT'nin inmeli hastalarda motor iyileşme ve yaşam kalitesinde iyileşme sağladığı sonucuna varılmıştır (130). Chia-Yu ve arkadaşlarının yaptığı çalışma da RYT'nin inmeli hastalardaki etkilerini çeşitli ölçeklerdeki iyileşme sonuçları ile desteklemektedir (131). Literatür incelendiğinde SKY

rehabilitasyonundaki RYT kullanılan araştırmaların çoğu yürüyüş eğitimine yöneliktir ve SKY’li tetraplejik hastalarda üst ekstremite rehabilitasyonu ile ilgili yapılan çalışmaların azlığı dikkat çekmektedir (22,125,132).

SKY’li hastalarda RYT’nin el fonksiyonları ve yaşam kalitesi üzerinde etkilerini araştırdığımız çalışmamızda; SKY’li hastalarda konvansiyonel rehabilitasyona eklenen RYT’nin SEFT ve KBT ile değerlendirilen el fonksiyonları ve SF-36 ile değerlendirilen yaşam kalitesi üzerinde KT’ye kıyasla daha etkili olduğunu bulduk. Çalışmamızda her iki grupta da, tedavi sonrası yapılan değerlendirmelerde başlangıca göre; ASİA ÜEMS, SEFT, sol el için KBT, OYBÖ kendine bakım, hareketlilik ve total parametreler, FBÖ kendine bakım ve total parametrelerde iyileşme tespit etmekle birlikte iyileşmelerin RYT grubunda KT grubundan daha fazla olduğu sonucuna vardık.

Çalışmaya alınan 30 hastanın; RYT grubunda (n=15) 2’si kadın (%13,3) ve 13’ü erkek (%86,7), KT (n=15) grubunda 1’i kadın (% 6,7) ve 14’ü erkekti (%93,3). Cinsiyet açısından gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu. Çalışmamızdaki hastalarda erkek cinsiyet oranı %90’dır ve literatüre baktığımızda çalışmaların çoğunda erkek cinsiyet oranının yüksek olduğu görülmüştür. (125,133,134). SKY’nin erkeklerde daha sık görülmesinin nedeni daha yüksek travma riski altındaki davranışlarla ve yaralanma riskini artıran durumlara daha fazla maruz kalma (örneğin daha tehlikeli mesleklerde çalışmak) ile ilişkilendirilmiştir (135).

Çalışmaya alınan hastalar yaralanma etyolojisi açısından incelendiğinde her iki grupta da en sık etyolojik neden travmatik nedenlerdir. Travmatik nedenlerden de en sık trafik kazaları görülmekte olup bu sonuç literatür ile benzerdir (1,36,134). Yaralanma etyolojisi hastaların iyileşme potansiyelini etkileyebilmektedir. Clark ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada travmatik SKY ile non-travmatik SKY olan hastalar karşılaştırılmış ve non-travmatik grupta daha ileri yaş ile birlikte daha düşük fonksiyonel iyileşme oranları saptanmıştır (41). Gruplarımız arasında etyoloji açısından da fark olmaması sonuçlarımızı kuvvetlendirmektedir.

Çalışmaya alınan hastaların ortalama yaralanma süreleri; RYT grubunda 42.66±37.65 ay iken KT grubunda 54.13±33.85 aydı. Grupların yaralanma süreleri benzerdir (p=0.950). Yapılan çalışmalarda SKY sonrası erken rehabilitasyonun

işlevsel sonuç ilgili prognostik bir faktör olduğu saptanmıştır. Bu nedenle SKY sonrası rehabilitasyon sürecine mümkün olan en kısa sürede başlanmalıdır (136).

Hastalar ABS Skalası'na göre incelendiğinde 11'i AIS A (%36.7), 11'i AIS B (%36.7), 4'ü AIS C (%13.3), 4'ü AIS D (%13.3) idi. Grupların yaralanma ABS'si benzerdir. 2019 yılında Khorasanizadeh ve arkadaşlarının yaptığı 114 çalışmanın verilerinin değerlendirildiği bir sistematik incelemede ASIA seviyelerine göre prognoz açısından hastalar değerlendirildiğinde motor iyileşmedeki değişikliğe dayalı nörolojik iyileşme miktarı, AIS C > B > D > A şeklinde sıralanmışlardır (80). Bu durum Chay ve arkadaşları tarafından AIS D'ye sahip hastaların muhtemelen tavan etkisi nedeniyle AIS C veya B'ye kıyasla daha az motor iyileşme göstermesi ile açıklanmıştır (53). Gruplarımızın bu açıdan benzer dağılım göstermesi sonuçlarımızı kuvvetlendirmektedir.

Üst ekstremitte motor fonksiyon kaybı, SKY sonrası hastaları en çok etkileyen eksikliklerden biridir. Hastaların motor fonksiyonunu iyileştirmek için en yararlı ve en etkili tedavi yaklaşımlarının arayışları sürmektedir. RYT sayesinde motor öğrenmeyi geliştirmek ve nöral yeniden yapılanmayı teşvik etmek amaçlanır bu da motor güç kazanımına fayda sağlar (112). Motor güçteki artış hastaların fonksiyonelliği üzerinde de etkilidir (129). Yozbatıran ve arkadaşlarının yaptığı bir vaka araştırmasında inkomplet SKY'li bir hastaya 4 hafta süre ile 36 saat dirsek ve el bileği için dış iskelet tipi MAHI Exo-II robotu ile RYT uygulanmış. Değerlendirme sonucu ÜEMS'da her iki ekstremitede de artış saptanmıştır (137). Francisco ve arkadaşlarının yayınladıkları vaka serisi araştırmasında kronik tetraplejik hastaların her iki üst ekstremitesine 4 hafta boyunca 12 seans dış iskelet tipi MAHI Exo-II robotu ile RYT verilmiş ve değerlendirme sonrası ÜEMS'de anlamlı gelişme saptanmıştır (133).

Pehlivan ve arkadaşlarının yaptığı vaka serisi araştırmasında inkomplet SKY'lı bir hastaya 3 hafta boyunca 12 seans ön kol ve el bileği için dış iskelet tipi RiceWrist-S ile tedavi verilmiş. Çalışma sonrası hastanın UEMS değişiklik saptanmamıştır (138). Vanmulken ve arkadaşlarının yaptığı vaka serisi araştırmasında 3 SKY'lı hastaya 6 hafta boyunca 18 seans ön kol için uç efektör tipi Haptic Master robotu ile RYT verilmiş. RYT sonrası 2 hastada kas gücünde gelişme görülürken 1 hastada değişiklik görülmemiştir (139). Cortes ve arkadaşlarının yayınladıkları vaka serisi araştırmasında

kronik tetraplejili 10 hastaya 18 seans bilek için InMotion 3.0 cihazı (Interactive Motion Technologies, Inc, MA, ABD) ile RYT verilmiştir. RYT sonrası ÜEMS'de anlamlı bir artış saptanmamıştır. ÜEMS'de değişiklik olmaması tedavi seansının yetersiz olabileceği ihtimali ile açıklanmıştır (132). Bu sonuçlar RYT ile üst ekstremitenin tekrarlanan eğitiminin, kas gücünün artmasında kritik olduğunu desteklemektedir.

Çalışmamızda toplam 30 seans RYT sonrasında ÜEMS'de iyileşme saptadık. Çalışmamıza benzer metodolojide iki çalışma planlanmış ve benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bunlardan ilki Kim ve arkadaşlarının yaptığı randomize kontrollü çalışmada (RKÇ) konvansiyonel terapiye yardımcı tedavi olarak RYT'nin etkinliği araştırılmıştır. 34 tetraplejik hasta RYT ve KT olarak 2 gruba ayrılmış. 20 seans üst ekstremitte proksimaline odaklanan Armeo Power (Hocoma Inc, Volketswil, İsviçre) robotu ile omuz, dirsek ve el bileğine yönelik RYT verilmiştir. RYT ÜEMS'e göre daha çok etkilenen ekstremiteye verilecek şekilde planlanmıştır. Tedavi sonrası her iki grupta da ÜEMS'de iyileşme olmakla beraber iyileşme gruplar arasında benzer saptanmıştır (129). Jung ve arkadaşlarının yayınladıkları RKÇ'de konvansiyonel terapiye yardımcı tedavi olarak RYT'nin etkinliği araştırılmıştır. Subakut SKY'li 30 tetraplejik hasta 2 gruba ayrılmış 15 seans 20'şer dakika Armeo Power (Hocoma Inc, Volketswil, İsviçre) ve Amadeo (Tyromotion, Avusturya) robotları ile omuz, dirsek, bilek ve ele yönelik RYT verilmiştir. RYT ÜEMS'e göre daha çok etkilenen ekstremiteye verilecek şekilde planlanmıştır. Tedavi sonrası ÜEMS'de her iki grupta istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır. İki grup arasında ÜEMS açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır (125). Bizim çalışmamızda bu iki RKÇ'da olduğu gibi ÜEMS üzerinde RYT'nin KT'ye üstünlüğü gösterilmemiştir. Bizim çalışmamızda her iki üst ekstremitte için ÜEMS toplam skoru hesaplanmış olup her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmakla birlikte gruplar arasında fark saptanmamıştır.

Bu vaka serileri ve sınırlı sayıdaki RKÇ'lerin sonuçları değerlendirildiğinde üst ekstremitenin proksimal eklemlerine yönelik RYT'nin motor skorlar açısından umut vaad ettiği gösterilmiştir. RKÇ'lerde RYT'nin konvansiyonel tedaviye üstünlüğü saptanmamıştır (129). Literatür incelendiğinde el parmak eklemlerine yönelik RYT'nin motor fonksiyonlara etkisini araştıran 2 çalışma mevcuttur. Osuagwu ve arkadaşları ev tabanlı bir çalışma olarak tasarladıkları 12 SKY'lı hastaya 12 hafta

boyunca yumuşak robotik eldiven ile GYA'yı gerçekleştirmeye yönelik çalışma planlamıştır. Tedavi sonrası robotik eldiven kullanılan ekstremitede total ÜEMS değerlendirilmiştir. ÜEMS'de değişiklik saptanmamıştır. Bu çalışmanın ev tabanlı olması nedeni fizyoterapist gözleminde olmaması çalışma sonuçlarını etkilemiş olabilir (140). Sledziwski ve arkadaşlarının yaptığı vaka araştırmasında SKY'lı bir hastaya 4 hafta boyunca 20 seans el için uç efektör tipi ReeGo (Motorika Medical, Caesarea, İsrail) robotu ile tedavi verilmiştir. Değerlendirme sonrası kas gücünde gelişmeler saptanmıştır (141). Bizim çalışmamızda da motor fonksiyonlarda artış olmakla birlikte literatürde yalnız el parmak eklemlerine yönelik uygulanan RYT'nin motor fonksiyonlara etkisini değerlendiren ilk randomize kontrollü çalışmadır. RYT'nin üst ekstremité motor fonksiyonları üzerinde etkisini araştıran daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

SKY'lı hastalarda spastisite, özellikle servikal lezyonları ve inkomplet yaralanmaları olan hastaların yaklaşık %80'ini etkiler (142). Hastalarda rezidüel istemli motor kontrolün işlevsel faydasını azaltabilir ve rehabilitasyonu zorlaştırabilir (143). Spastisite günlük aktivitelerin performansını, sosyal katılımı ve yaşam kalitesini sınırlayabilir (144). İnmeli hastalarda yapılan çalışmada RYT sonrası spastisitede azalma olduğu saptanmıştır (145,146). Literatürde SKY'lı hastalarda robot yardımcı el terapisinin spastisite üzerine etkisini araştıran sadece bir çalışma mevcuttur. Osuagwu ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada tedavi sonrası spastisitede değişiklik saptanmamıştır (140). Bu çalışmada bizim çalışmamız gibi hastaların çoğunda belirgin düzeyde spastisite olmamasının çalışma sonuçlarını etkilediğini düşünmekteyiz. Spastisite bazı durumlarda hastaların günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirmesine katkı sağlayabileceği için tedavide primer amaç spastisiteyi tamamen kırmak olmayabilir. Çalışmamızdaki hastaların çoğunda spastisite belirgin düzeyde olmaması nedeni amacımız spastisite tedavisinden ziyade motor fonksiyonlar ve bu fonksiyonların GYA üzerindeki etkileriydi. Spastisitesi ileri düzeyde olup hastaların fonksiyonelliği üzerinde olumsuz etkisi olduğu durumlarda RYT'nin tedavideki etkilerine dair ileri çalışmalara ihtiyaç vardır (142).

Üst ekstremité robotunun spastisite üzerine etkilerinin inceleyen Cortes ve arkadaşlarının yayınladıkları vaka serisi araştırmasında ÜEMS, ağrı ve spastisite değerlendirilmiştir. Tedavinin ağrı ve spastisite üzerinde olumsuz etkisi

görülmemiştir. Tedavinin spastisiteyi azaltıp azaltmadığı değerlendirilmemiştir (132). Bizim çalışmamızda RYT sonrası tedavi öncesine göre spastisitede iyileşme veya kötüleşme saptanmamıştır. Çalışmaya alınan hastaların çoğunda spastisite belirgin düzeyde olmadığı için RYT'nin spastisite üzerinde etkisi için net bir kanıya varmak güçtür. Yine de spastisite üzerinde etkileri inceleyen başka çalışma olmadığından sonuçlarımızın literatüre katkısı olacaktır.

Üst ekstremitte fonksiyonu GYA'nde bağımsızlığa ulaşmak için önemlidir. SKY'li hastalarda öz bakımda bağımsızlık ve beslenme/giyinme, solunum ve yatak/tekerlekli sandalye hareketliliği üst ekstremitte fonksiyonlarına bağlıdır (147). Bu nedenle üst ekstremitte RYT ile yapılan çalışmaların çoğunda el fonksiyonel değerlendirmelerinin üzerinde durulmaktadır. SKY'li hastalarda üst ekstremitte proksimal kas grubu ve el bileğini rehabilite eden cihazların kullanıldığı çalışmalar mevcuttur (2,13,129) Bunlardan el parmak robotu kullanılan sınırlı sayıda çalışma mevcuttur (125,140,148).

Zariffa ve arkadaşlarının yayınladıkları vaka serisi çalışmasında 12 subakut SKY'li hastaya Arneo Spring® (Hocoma AG) robotu ile omuz ve dirsek eklemleri için RYT verilmiştir. RYT uygulanan ekstremitte ve RYT uygulanmayan ekstremitte birbiri ile karşılaştırılmıştır. Üst ekstremitte fonksiyonel değerlendirmeleri Kademeli Yeniden Tanımlanmış Güç, Duyarlılık ve Kavrayış Değerlendirmesi Testi (GRASSP) ile yapılmıştır. Çalışma sonrası GRASSP total skorda istatistiksel olarak anlamlı gelişme saptanmamıştır. Hastalar bir miktar el fonksiyonu olan hastalar olarak incelendiğinde ise GRASSP duyarlılık alt parametresinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır. GRASSP kas gücü ve kavrama (silindirik, sferik, parmak ucu, lateral kavrama vb.) alt parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmamıştır. Bu çalışma bir miktar el fonksiyonu olan hastalarda RYT'nin el fonksiyonları üzerinde etkili olduğuna dair sonuçlar vermiştir (22).

Tetraplejili kişiler için robot yardımlı üst ekstremitte rehabilitasyonu üzerine yapılan önceki çalışmalar çoğunlukla vaka serileri veya küçük örneklem boyutlarına sahip vaka çalışmalarıdır (137,149). Yapılan bu vaka serisi araştırmalarında RYT'nin el fonksiyon testleri üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir. Sorensen ve arkadaşlarının yayınladıkları araştırmada 4 subakut SKY'li hastaya 11 seans omuz ve dirsek

eklemleri için Armeo Spring (Hocoma AG) robotu ile RYT verilmiştir. Fonksiyonel değerlendirme GRASSP ile yapılmıştır. Tedavi sonrası değerlendirmede dört katılımcıdan üçünün RYT sonrası üst ekstremitte fonksiyonlarının iyileştiği saptanmıştır (149). Yozbatıran ve arkadaşlarının ve Francisco ve arkadaşlarının yaptıkları araştırmalarda fonksiyonel değerlendirme Jebsen-Taylor El Fonksiyonu Testi (JEFT) ile yapılmıştır. Tedavi sonrası fonksiyonel görevlerde iyileşme gözlenmiştir (133,137). Pehlivan ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada el fonksiyonları JTEFT ve Eylem Araştırması Kol Testi ile değerlendirilmiştir. Tedavi sonrası el fonksiyon testlerinde gelişme saptanmıştır (138). Vanmulken ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada kol ve el fonksiyonel değerlendirmesi Van Lieshout testi ile yapılmış. RYT sonrası test skorlarında gelişme elde edilmiştir (139). Kadivar ve arkadaşlarının yayınladıkları vaka araştırmasında inkomplet SKY'li bir hastaya 10 seans bilek için Rice Wrist robotu ile RYT verilmiştir. RYT sonrası değerlendirme JEFT ile yapılmıştır. Çalışmada RYT sonrası fonksiyonel işlevlerde gelişme saptanmıştır. Çalışmada RYT sonrası sağ ve sol üst ekstremiteler karşılaştırıldığında ise başlangıçta motor fonksiyonu bulunan ekstremitedeki gelişmelerin daha fazla olduğuna dikkat çekilmiştir. Ayrıca daha çok etkilenen ekstremitte için daha uzun süreli ve daha yoğun eğitim programı önerilmiştir (150).

Jung ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada üst ekstremitte fonksiyonel değerlendirmeleri GRASSP ile yapılmıştır. GRASSP testi duyu, kas gücü ve kavramanın değerlendirildiği 3 alt parametreden oluşmaktadır. İki grup arasında değerlendirme sonrası anlamlı fark saptanmamıştır (125). Rehabilitasyon programları uygulama süresinin ve/veya gerçekleştirilen hareket sayısının arttırılmasıyla daha yoğun bir şekilde uygulanabilmektedir. Yapılan çalışmalarda yoğun rehabilitasyon programlarının üst ekstremitte fonksiyonel bağımsızlığında önemli farklılıklara yol açacağı kuvvetle öne sürülmüştür (96). Ayrıca yoğun, aktiviteye dayalı rehabilitasyon programları ile fonksiyonel iyileşme arasında muhtemelen bir doz-yanıt ilişkisi olduğunu savunan çalışmalar da mevcuttur (128). Bu çalışmada sadece yaralanmadan en çok etkilenen üst ekstremitteye tedavi verilmesi, hem süre olarak hem de seans (15 seans) sayısı olarak bizim çalışmamızdan daha kısa süreli tedavi verilmesiyle tedavi yoğunluğunun çalışmamıza göre daha az olması ile açıklamaktayız.

Sadece ele yönelik RYT verilip el fonksiyonlarını araştıran çalışmalarda da el fonksiyonelliğindeki gelişmeler gösterilmiştir. Lu ve arkadaşlarının yayınladıkları vaka araştırmasında kronik inkomplet tetraplejik bir hastaya 20 seans el için dış iskelet tipi Hand of Hope (Rehab-Robotics, Hong Kong) robotu ile RYT verilmiştir. El eğitiminden sonraki değerlendirmelerde tedavi sonrası GRASSP skorunda iyileşme ve KBT’de atılan kutu sayısında artış saptanmıştır (151). Yurkewich ve arkadaşlarının yayınladıkları vaka serisi araştırmasında 1 SKY’lı ve 4 SVO’lu hastaya el için giyilebilir dış iskelet tipi cihaz ile RYT verilmiştir. Hastalara cihaz hem klinik içinde fizyoterapist eşliğinde hem de evde kendi kendine uygulama şeklinde uygulanmıştır. Robotik dış iskelet kullanımı sonrası KBT’de atılan kutu sayısında artış olduğunu saptamışlardır (148). Osuagwu ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada fonksiyonel değerlendirme Toronto Rehabilitasyon Enstitüsü El Fonksiyon Testi ile yapılmış. Tedavinin 6.haftasında el fonksiyonlarında gelişme saptanmıştır. 12. Ve 18.haftalarda da değerlendirme tekrarlanıp fonksiyonel gelişmelerin uzun dönem etkileri de gösterilmiştir (140).

Çalışmamız literatürde el rehabilitasyonu için RYT kullanılarak el fonksiyonlarını değerlendiren ilk RKÇ’dir. Çalışmamızda el fonksiyonlarını SEFT ile değerlendirdik. SEFT tetraplejik hastalarda geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmış bir testtir. GYA’da kullanılan 8 temel el kavramasını 20 fonksiyonel aktivitede tek tek değerlendirmektedir. Yani GYA’yı çok boyutlu değerlendirme imkanı sunmaktadır (152). Yapılan sistematik literatür çalışmaları tetrapleji gibi ciddi kısıtlamaları olan hastalarda küçük motor veya fonksiyonel değişikliklere daha duyarlı olan yöntemlerin kullanılmasınınermektedir (153). SEFT değerlendirmesinde 7 tek taraflı ve üç çift taraflı (toplam 20) günlük yaşam aktivitesi değerlendirilebilmektedir (154). Çalışmamızın sınırlı sayıdaki diğer RKÇ’lerden farkı her iki üst ekstremiteye RYT uygulayıp el fonksiyon testi değerlendirmesinde her iki elin koordineli kullanılmasını değerlendirmemizdir. Çalışmamızda seans sayısının ve seans süresinin uzun olması sayesinde RYT’nin el fonksiyonel gelişmesinde konvansiyonel rehabilitasyona ek katkı sağladığını söylemenin mümkün olduğunu düşünüyoruz.

Proksimal st ekstremiteye yönelik robotik cihaz kullanılarak yapılan vaka çalışmaların çoğunda el fonksiyon testlerinde gelişme saptanmıştır (133,137–139,149,150). Distal st ekstremiteyi çalıştıran RYT sonucu yapılan vaka

çalışmalarında da el fonksiyon testlerinde gelişme saptanmıştır (140,148,151). Proksimal üst ekstremite çalıştırılırken distal üst ekstremiteye olan katkı ile distal üst ekstremite çalıştırılırken proksimal üst ekstremiteye aktarılan katkı karşılaştırıldığında; distal üst ekstremite çalışırken proksimale daha fazla beceri transferi olduğu keşfedilmiştir. Motor gelişim genellemesi üzerindeki bu önemli etki, distal üst ekstremite eğitiminin bir sonucu olarak beynin sensorimotor aktivasyonunun artması ile ilişkilendirilmiştir. Tedavi sırasında distal üst ekstremiteyi kullanmaya çalışırken proksimal üst ekstremite aktivasyonu veya daha iyi fonksiyonel bir distal üst ekstremite varlığında proksimal üst ekstremitenin daha fazla kullanılması ile fonksiyonel kazançların artacağı söylenebilmektedir (116). Biz de distal üst ekstremiteyi RYT ile çalıştırarak fonksiyonel becerilerde katkı gördük. Çalışmamız sadece distal üst ekstremiteyi çalıştırarak el fonksiyonlarında artışı gösteren ilk RKÇ olması nedeniyle literatüre katkı sağlayacaktır.

SKY'li hastalarda bağımsızlık değerlendirildiğinde özellikle kendine bakım alt parametresinin üst ekstremite fonksiyonları ile ilişkili olduğu bulunmuştur. Üst ekstremite değerlendirme parametrelerinden el kavrama gücünün OYBÖ-III kendine bakım alt parametresi ile orta düzeyde korele olduğu gösterilmiştir. Bu sebeple el kavrama gücünün geliştirilmesi hastaların fonksiyonel bağımsızlığına katkı sağlayabilir (147). Konvansiyonel rehabilitasyonda el kavrama gücüne yönelik yoğun terapi uygulamaları ile birlikte RYT kullanımının el kavrama gücü üzerinde etkisini değerlendiren çalışmalar mevcuttur.

Zariffa ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada değerlendirme sonrası el kavrama gücünde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (13). Bu çalışmada kullanılan RYT'nin daha proksimal üst ekstremiteye yönelik olması nedenli olabilir. Yozbatıran ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada değerlendirme sonrası her iki elde parmak sıkıştırma kuvvetinde iyileşme gözlenmiştir (133,137). Francisco ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada el kavrama ve parmak sıkıştırma gücünde gelişme saptanmıştır (133).

Jung ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada değerlendirme sonrası iki grup arasında el kavrama gücünde anlamlı fark saptanmamıştır. Parmak sıkıştırma gücü değerlendirmesinde ise kontrol grubunda parmak ucu ve palmar sıkıştırma gücünde

anlamli artiş saptanmıştır (125). Bizim alışmamızda RYT grubunda sol el için el kavrama gücünde gelişme saptanırken, parmak sıkıştırma gücünde ise her iki elde gelişme saptanmıştır. KT grubunda el kavrama ve parmak sıkıştırma gücünde gelişme saptanmamıştır. Her iki el için el kavrama ve parmak sıkıştırma gücünde gruplar arasında fark saptanmamıştır.

Lu ve arkadaşlarının yayınladıkları vaka araştırmasında el kavrama ve parmak sıkıştırma gücünde artiş saptanmıştır (151). Osuagwu ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada parmak sıkıştırma gücü değerlendirilmiş ve tedavi sonrası tedavi öncesine göre parmak ucu sıkıştırma gücünde anlamli artiş gözlenmezken lateral ve palmar sıkıştırma gücünde artiş saptanmıştır (140).

Çalışmamızda konvansiyonel terapiye eklenen RYT'nin el kavrama ve parmak sıkıştırma gücü üzerine ek bir fayda sağladığına dair net bir sonuca varılamamıştır. Amadeo izole parmak hareketlerine ve parmak gücüne odaklı bir cihazdır. Bu sebeple kaba kavrama gücünü etkileyen diğer faktörler göz önünde bulundurulduğunda tek başına el parmak robotu kullanımı yeterli olmayabilir. Bu konuda proksimal ve distal eklemleri kombine çalıştıran ileri RKÇ'lere ihtiyaç vardır.

Çalışmamızda RYT'nin el kavrama ve parmak sıkıştırma sonucu gerçekleştirilen aktivitelerde yani el fonksiyonlarında gelişme sağlarken doğrudan el kavrama ve parmak sıkıştırma gücünü artırmada net bir gelişme gösterilmemiştir. Rehabilitasyonun temel hedefinin fonksiyonellik kazandırmak olduğu göz önünde bulundurulduğunda güç artışı sağlamak ikincil bir hedef olarak grlmektedir. Kavrama ve sıkıştırma gücünde artiş sağlamak için daha homojen ve daha büyük örneklem boyutlu ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

SKY'li hastalarda fonksiyonel bağımsızlığı değerlendirmede OYB-III ve FB lekleri kullanılmaktadır. Yapılan alışmalarda OYB-III alt parametrelerinden kendine bakımda bağımsızlık ve beslenme/giyinme, solunum ve yatak/tekerlekli sandalye hareketliliğinin st ekstremite fonksiyonlarına bağlı olduğu sonucuna varılmıştır (147). Bu yüzden RYT etkinliğini değerlendirmede bağımsızlık leklerinin sonuçlarının değerlendirmesi çalışma sonuçlarına katkı sağlayacaktır. Rudhe ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada OYB-III'n kendine bakım alt kategorisinin tetraplejik hastaların st ekstremite performansını etkili bir şekilde

gösterdiği ve üst ekstremitte fonksiyon testleri ile kıyaslandığında geçerliği ispatlanmıştır (7,122). Sorensen ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada fonksiyonel bağımsızlık OYBÖ-III ile değerlendirilmiş. RYT sonrası değerlendirmede dört katılımcıdan üçünün üst ekstremitte işlevinin ve bağımsızlığının iyileştiği saptanmıştır (149).

Vanmulken ve arkadaşlarının yaptığı vaka çalışmasında RYT sonrası bağımsızlık, OYBÖ-III ile değerlendirilmiş. Değerlendirme sonrası OYBÖ-III skorlarında fark saptanmamıştır (139). Bu çalışmada örneklem boyutunun oldukça kısıtlı olması, hastaların homojen olmaması, hastaların sadece bir üst ekstremitesine yönelik tedavi verilmesi nedeniyle bağımsızlıkta gelişme görülmediğini düşünmekteyiz.

Kim ve arkadaşlarının yaptığı RKÇ'de OYBÖ-III total skorunda gelişme saptanırken gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır (129). Total OYBÖ-III skorlarında gruplar arasında anlamlı fark olmaması sonucu çalışmamız ile benzerdir. Jung ve arkadaşlarının yaptığı RKÇ'da tedavi sonrası değerlendirmelerde her iki grupta da OYBÖ-III total skorunda anlamlı artış saptanmakla birlikte gruplar arasında anlamlı fark olmaması çalışmamız ile benzerdir. Bu çalışmada OYBÖ-III kendine bakım alt parametre skorunda gruplar arasında anlamlı fark olmamakla birlikte her iki grupta da istatistiksel olarak anlamlı gelişme saptanmıştır. Biz çalışmamızda kendine bakım alt parametresinde RYT grubu lehine anlamlı fark saptadık. Ele odaklanılan yoğun eğitim kendine bakım aktivitelerini gerçekleştirmede avantaj sağlayabilir. Çalışmamızdaki OYBÖ-III kendine bakım skorundaki anlamlı artışı tedavi seans sürelerimizin daha uzun olması, seans sayımızın bu çalışmanın iki katı olması ile açıklanabilir. Yoğun rehabilitasyonun serebral kortekste derin bir plastisite ile birlikte, duyu-motor performansındaki gelişmelerle ilişkili olduğu literatür ile desteklenmektedir (155). Ayrıca yoğun eğitim maksimum motor güçteki iyileşmelere katkı sağlamaktadır (129). Bunun yanısıra her iki ele tedavi vermemizin daha etkili sonuç almamıza katkı sağladığı kanaatindeyiz. Çalışmamız tek bir ele terapi uygulamak yerine her iki ele yönelik terapi uygulamanın el fonksiyonlarındaki gelişmelerle öz bakımda bağımsızlığı artırarak yaşam kalitesini iyileştirebileceğini kanıtlar niteliktedir.

Sledziewski ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada RYT sonrası değerlendirmede FBÖ kendine bakım alt parametresinde gelişme saptanmıştır (141). Bizim çalışmamızda RYT grubunda FBÖ transfer alt parametresinde grup içi anlamlı iyileşme saptanırken gruplar arasında fark yoktu. RYT sonrası her iki grupta ve grup içi total FBÖ’de istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır. Gruplar arasında ise anlamlı fark saptanmamıştır. FBÖ alt parametrelerinin daha çok karmaşık aktiviteleri içermesi nedeni RYT’yi sadece el rehabilitasyonu için kullanmamız nedeni bu sonuca ulaştığımızı düşünmekteyiz.

Çalışmamızda OYBÖ-III kendine bakım alt parametresinde RYT sonrası iyileşme saptarken FBÖ kendine bakım alt parametresinde konvansiyonel terapi programına üstünlük saptayamadık. SKY’li hastalarda FBÖ ve OYBÖ-III testlerini karşılaştıran çalışmalarda FBÖ’nin, OYBÖ-III tarafından tespit edilen fonksiyonel değişikliklerin %22’sini kaçırdığı saptanmıştır (154). FBÖ jenerik test iken OYBÖ-III spesifik testtir. OYBÖ-III’ün tedavi sonuçlarını değerlendirmede daha iyi sonuç verdiğini düşünmekteyiz.

RYT etkinliğini araştıran birçok çalışma olmasına rağmen el ve kol için ayrı değerlendirme yapan çalışmaların kısıtlılığı ve cihazların heterojenliğinin sonuçlar arasındaki farklılığa neden olduğunu düşünmekteyiz. Ayrıca kol ve el için birlikte kullanılan cihazların el üzerindeki etkileri ince el hareketlerini içermemesi nedeniyle net değildir. Çalışmamızda kullanılan cihazın sadece el parmak hareketlerini çalıştırması ve yapılan değerlendirme testlerinin hem izole el hareketleri hem kombine üst ekstremitte hareketlerini içermesi nedeniyle RYT etkinliğini değerlendirme konusunda literatüre katkı sağlayacağını düşünmekteyiz.

SKY’li kişilerde el işlevi, yaşam kalitesinin merkezinde yer alır. El fonksiyonlarını iyileştirebilen herhangi bir tedavi, SKY’den etkilenen kişiler için önemli fark yaratma potansiyeline sahiptir (156). Ülkemizde 2015 yılında Çelik ve arkadaşlarının yaptıkları bir derlemede SKY’li hastalarda üst ekstremitte kullanımının yaşam kalitesi üzerinde etkili olduğu saptanmıştır (157). Kol ve el fonksiyonundaki küçük bir iyileşme GYA’de bağımsızlığın yanı sıra yaşam kalitesinin de artmasını sağlayabilir (158). Sorensen ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada tedavi sonrası hastaların tedavi hakkındaki görüşleri değerlendirilmiştir. Katılımcıların RYT’den

keyif aldığı ve egzersizi motive edici bulduğu saptanmıştır (149). Bizim çalışmamızda RYT sonrası SF-36 alt parametrelerinden emosyonel rol kısıtlılığında anlamlı iyileşme olmasıyla bu çalışmayı destekler niteliktedir. Cortes ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada RYT'nin ağrı üzerinde olumsuz etkisi görülmemiştir (132). Biz de çalışmamızda RYT'nin KT'ye kıyasla ağrı parametresi üzerinde olumsuz etkisini saptamadık.

Çınar ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada SF-36 alt parametrelerinden sadece fiziksel fonksiyonun grup içi karşılaştırılmasında her iki grupta da iyileşme saptanırken diğer alt parametrelerin hiç birinde grup içi ve gruplar arası anlamlı farklılık saptanmamıştır (159). Biz çalışmamızda emosyonel rol kısıtlılığı alt parametresinde RYT grubunda grup içi anlamlı artış saptadık. Robotik cihazlarda bulunan oyunlar ve motive edici görsel efektler (gülen yüz, açan çiçek) hastanın tedaviye ilgisini artırabilir. Bu teknolojik özellikler hastaların amaçsız hareketler yapmak yerine görev odaklı çalışmasını sağlar. Tüm bunların sonucunda hastaların rehabilitasyon programına katılımı ve motivasyonu artar (114,115).

Yaşam kalitesine etkiyi inceleyen oldukça sınırlı sayıdaki çalışma verilerini de kullanarak RYT'nin yaşam kalitesi üzerindeki etkisi robotik cihazların ve çalışma metodolojilerinin farklılığı sebebiyle çelişkilidir. Bu çalışmanın sonuçları emosyonel rol kısıtlılığı ve geçen seneye göre değişim parametreleri açısından RYT'nin ek katkı sağlayabildiğine yönelik ipuçları vermektedir. RYT'nin yaşam kalitesi üzerinde etkisini araştıran daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Çalışmamızın avantajları

Çalışmamızda gruplar arasında yaş, cinsiyet, vücut kitle indeksi, hastalık süresi, yaralanma seviyesi açısından istatistiksel olarak anlamlı fark olmamasını avantaj olarak değerlendirmekteyiz. Değerlendirme parametrelerinden OYBÖ-III, FBÖ, el dinamometresi ile kavrama gücü değerlendirilmesinin, pinçmetre ile parmak sıkıştırma gücü değerlendirmelerinin, el fonksiyon değerlendirmelerinden SEFT ve Kutu Blok Testlerinde tedavi öncesi gruplar arasında homojen dağılımını avantaj olarak değerlendirmekteyiz. SKY'li tetraplejik hastalarda RYT'nin el fonksiyonlarını araştıran az sayıda çalışma olması nedeniyle çalışmamızın literatüre katkı sağlayacağını düşünüyoruz. Değerlendirme parametrelerinin kaba el fonksiyonları,

ince el fonksiyonları ve GYA'nde kullanılan birçok el hareketlerini içermesi çalışmanın gücünü arttırmaktadır. Çalışmamız RYT'nin el fonksiyonlarının yanısıra yaşam kalitesinin de değerlendirildiği aynı zamanda her iki el için de fonksiyonel değerlendirmenin yapıldığı ilk çalışma olma niteliğindedir. Çalışmamızın sonuçları, SKY'li kişilerde üst ekstremitte rehabilitasyonu için RYT'nin kullanılması ve geliştirilmesi için kıymetli bilgiler sağlamaktadır. RYT ile desteklenen üst ekstremitte iyileşmesinin, eğitimin zamanlaması, yoğunluğu ve dozu gibi diğer yönleri ve hastaların daha fazla fayda sağlayacak özellikleri de ayrıca araştırılmalıdır.

Çalışmamızın kısıtlılıkları

SKY insidansının düşük olması ve tetraplejik hastalarda sekonder komplikasyonların sık görülmesi nedeniyle tedavi yarım kalabilmektedir. Bu da örneklem büyüklüğünün kısıtlı olmasına sebep olmaktadır. Tedavinin uzun dönem sonuçlarını değerlendirilmemesi nedeni etkinin kalıcılığı kanıtlanmamıştır. Belirli bir RYT uygulanan tek merkezli bir çalışma olması ve farklı RYT türleri arasındaki karşılaştırma gelecekteki çalışmalarda değerlendirilmelidir. Proksimal üst ekstremitteye odaklanan robotik yardımcı terapilerin de uygulandığı ileri çalışmalara ihtiyaç vardır.

6.SONUÇLAR VE ÖNERİLER

SKY'li hastalarda RYT'nin el fonksiyonları ve yaşam kalitesi üzerindeki etkinliğini araştırdığımız çalışmamızın sonuçlarına göre;

1- Çalışmaya aldığımız hastaların demografik özellikleri (yaş, cinsiyet, medeni durum, öğrenim durumu), yaralanma süresi, yaralanma etyolojisi, dominant el her iki grupta benzer olup gruplar arasında fark yoktu.

2- Her iki grupta tedavi sonrası ASİA ÜEMS'te iyileşme vardı. Grupların tedavi sonrası ASİA ÜEMS'i karşılaştırıldığında benzer olduğu görüldü.

3- Her iki grupta tedavi sonrası MAS evreleri median değerleri benzerdi. Grupların tedavi sonrası MAS evreleri median değerleri karşılaştırıldığında spastisitenin benzer olduğu görüldü.

4- Her iki grupta tedavi sonrası her iki el için SEFT karşılaştırıldığında istatistiksel olarak iyileşme vardı. Gruplar arası tedavi sonrası SEFT skorları karşılaştırıldığında RYT grubunda KT grubuna göre SEFT skorları daha yüksek saptandı.

5- Her iki grupta tedavi sonrası KBT karşılaştırıldığında RYT grubunda her iki elde, KT grubunda sol elde iyileşme vardı. Gruplar arası tedavi sonrası KBT değerlendirmeleri karşılaştırıldığında RYT grubunda KT grubuna göre KBT değerleri daha yüksek saptandı.

6- Her iki grupta tedavi sonrası kavrama gücü karşılaştırıldığında sadece sol el için RYT grubunda iyileşme vardı. Sağ el için RYT grubunda ve KT grubunda anlamlı iyileşme yoktu. Gruplar arasında tedavi sonrası kavrama gücü değerlendirmeleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.

7- Her iki grupta tedavi sonrası parmak sıkıştırma gücü karşılaştırıldığında sağ el için parmak ucu alt parametresinde, sol el için tüm alt parametrelerde RYT grubunda iyileşme vardı. KT grubunda ise her iki el için iyileşme yoktu. Gruplar arasında tedavi sonrası parmak sıkıştırma gücü değerlendirmeleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.

8- Her iki grupta tedavi sonrası OYBÖ-III karşılaştırıldığında kendine bakım, hareketlilik ve total skorda iyileşme vardı, solunum ve sfinkter kontrolü alt parametrelerinde ise istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptanmadı. Gruplar arası tedavi sonrası OYBÖ-III skorları karşılaştırıldığında kendine bakım alt parametresi RYT grubunda KT grubuna göre daha yüksek saptandı. Solunum ve sfinkter kontrolü, hareketlilik ve total skorların ise benzer olduğu görüldü.

9- Her iki grupta tedavi sonrası FBÖ karşılaştırıldığında kendine bakımda ve total parametrelerde iyileşme vardı. Sfinkter kontrolü, mobilizasyon, iletişim ve sosyal algılama alt parametrelerinde ise istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptanmadı. FBÖ transfer alt parametresinde RYT grubunda iyileşme varken, KT grubunda iyileşme yoktu. Gruplar arası tedavi sonrası FBÖ alt parametreleri ve total skorları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.

10- RYT grubunda tedavi sonrası SF-36 alt parametrelerinin karşılaştırılmasında emosyonel rol kısıtlılığında iyileşme vardı. KT grubunda SF-36 alt parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptanmadı. Gruplar arası tedavi sonrası SF-36 alt parametreleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu.

11- Çalışma sırasında RYT alan hastalarda hiçbir yan etki gözlemlenmedi. RYT'nin el fonksiyon kaybı olan hastalarda konvansiyonel rehabilitasyon ile birlikte uygulanması önerilebilir.

12- Sonuç olarak çalışmamızda konvansiyonel terapiye eklenen robot yardımcı terapi el fonksiyonları ve yaşam kalitesi açısından konvansiyonel terapiye üstünlük sağlamaktadır.

7. KAYNAKÇA

- 1- Alaca R. Omurilik Yaralanmasında Rehabilitasyon. In: Beyazova M, Kutsal YG (ed) Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon. 3. Baskı, Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 2016:2393–419.
- 2- Yozbatiran N, Francisco GE. Robot-assisted Therapy for the Upper Limb after Cervical Spinal Cord Injury. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2019;30(2):367–84.
- 3- Anderson KD. Targeting recovery: priorities of the spinal cord-injured population. *J Neurotrauma*. 2004;21:1371-83.
- 4- Kirshblum SC, Burns SP, Biering-Sorensen F, Donovan W, Graves DE, Jha A. et al. International standards for neurological classification of spinal cord injury (Revised 2011). *J Spinal Cord Med*. 2011; 34:535–46.
- 5- Cantwell SR, Rhee, PC. Upper-extremity reconstruction in tetraplegia: A critical analysis review. *JBJS Reviews*. 2020;8(7):1–12.
- 6- Simpson LA, Eng JJ, Hsieh JT, Wolfe DL. The health and life priorities of individuals with spinal cord injury: a systematic review. *J Neurotrauma*. 2012;29:1548–55.
- 7- Rudhe C, van Hedel HJ. Upper extremity function in persons with tetraplegia: relationships between strength, capacity, and the spinal cord independence measure. *Neurorehabil Neural Repair*. 2009;23(5):413–21.
- 8- Snoek GJ, Ijzerman MJ, Hermens HJ, Maxwell D, Biering-Sorensen F. Survey of the needs of patients with spinal cord injury: impact and priority for improvement in hand function in tetraplegics. *Spinal cord*. 2004;42(9):526–32.
- 9- Lo C, Tran Y, Anderson K, Craig A, Middleton J. Functional priorities in persons with spinal cord injury: Using discrete choice experiments to determine preferences. *J Neurotrauma*. 2016;33(21):1958–68
- 10- Brogioli M, Schneider S, Popp WL, Albisser U, Brust AK, Velstra IM, et al. Monitoring upper limb recovery after cervical spinal cord injury: insights beyond assessment scores. *Front Neurol*. 2016;7:142.
- 11- Cano-de-la-Cuerda R, Molero- Sanchez A, Carratala- Tejada M, Alguacil-Diego IM, Molina Rueda F, Miangolarra-Page JC, et al. Theories and control models and motor learning: clinical applications in neuro-rehabilitation. *Neurologia*. 2015;30:32-41.
- 12- Quel de Oliveira C, Refshauge K, Middleton J, de Jong L, Davis GM. Effects of activity- based therapy interventions on mobility, independence, and quality of life for people with spinal cord injuries: a systematic review and meta-analysis. *J Neurotrauma*. 2017;34:1726-43.
- 13- Zariffa J, Kapadia N, Kramer JLK, Taylor P, Alizadeh-Meghbrazi M, Zivanovic V, et al. Feasibility and efficacy of upper limb robotic rehabilitation in a subacute cervical spinal cord injury population. *Spinal Cord*. 2012;50(3):220–6.
- 14- Serrano-López Terradas PA, Criado Ferrer T, Jakob I, Calvo-Arenillas JI, Quo Vadis, Amadeo hand robot? A randomized study with a hand recovery predictive model in subacute stroke. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;20(1):690.
- 15- Duret C, Grosmaire AG, Krebs HI. Robot-assisted therapy in upper extremity hemiparesis: Overview of an evidence-based approach. *Front. Neurol*. 2019;10:412.
- 16- Saposnik G, Levin M, Outcome Research Canada (SORCan) Working Group. Virtual reality in stroke rehabilitation: a meta-analysis and implications for clinicians. *Stroke; a Journal of Cerebral Circulation*. 2011; 42(5):1380–6.

- 17- Staubli P, Nef T, Klamroth-Marganska V, Riener R. Effects of intensive arm training with the rehabilitation robot ARMin II in chronic stroke patients: Four single-cases. *J. Neuroeng. Rehabil.* 2009;6(1):46.
- 18- Sale P, Mazzoleni S, Lombardi V, Galafate D, Massimiani MP, Posteraro F, et al. Recovery of hand function with robot-assisted therapy in acute stroke patients: a randomized-controlled trial. *Int J Rehabil Res.* 2014;37(3):236-42.
- 19- Orihuela-Espina F, Roldán GF, Sánchez-Villavicencio I, Palafox L, Leder R, Sucar LE, et al. Robot training for hand motor recovery in subacute stroke patients: A randomized controlled trial. *J Hand Ther.* 2016;29(1):51-7.
- 20- Calabrò RS, Accorinti M, Porcari B, Carioti L, Ciatto L, Billeri L, et al. Does hand robotic rehabilitation improve motor function by rebalancing interhemispheric connectivity after chronic stroke? Encouraging data from a randomised-clinical-trial. *Clin Neurophysiol.* 2019;130(5):767-80.
- 21- Morone G, de Sire A, Martino Cinnera A, Paci M, Perrero L, Invernizzi M, et al. Upper Limb Robotic Rehabilitation for Patients with Cervical Spinal Cord Injury: A Comprehensive Review. *Brain Sci.* 2021;11(12):1630.
- 22- Zariffa J, Kapadia N, Kramer JL, Taylor P, Alizadeh-Meghbrazi M, Zivanovic V, et al. Effect of a robotic rehabilitation device on upper limb function in a sub-acute cervical spinal cord injury population. *IEEE Int Conf Rehabil Robot.* 2011;5975400.
- 23- Sandrow-Feinberg HR, Houlé JD. Exercise after spinal cord injury as an agent for neuroprotection, regeneration and rehabilitation. *Brain Research.* 2015;1619:12–21.
- 24- Kuzu D, Perrin PB, Pugh M. Spinal Cord Injury/Disorder Function, Affiliate Stigma, and Caregiver Burden in Turkey. 2021;1376-84.
- 25- Bican O, Minagar A, Pruitt AA. The spinal cord: a review of functional neuroanatomy. *Neurol Clin.* 2013;31(1):1-18.
- 26- Arıncı K, Elhan Alaittin. Merkezi Sinir Sistemi. In: *Anatomi. 5.Baskı, Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 2014:211–352.*
- 27- Jones HR, Gutrecht JA. Anatomic Aspects of Spinal Cord Disorders. In: Jones HR, Srinivasan J, Allam GJ, Baker RA (ed.) *Netter's neurology (2nd ed) Elsevier Saunders, Philadelphia 2012:345 Available from: <https://www.mea.elsevierhealth.com/netters-neurology-e-book-9781437721614.html> [cited:2011 August]*
- 28- Carpenter MB. *Human Neuroanatomy. 8. Baskı. Williams & Wilkins, Baltimore 1983.*
- 29- Doğan T. Columna Vertebralis. In: *Fonksiyonel Anatomi Ekstremiteler Ve Sırt Bölgesi. Hekimler Yayınlar Birliği, Ankara, 2000:214–9.*
- 30- Donovan WH. Donald Munro Lecture. Spinal cord injury-past, present, and future. *J Spinal Cord Med.* 2007;30(2):85-100.
- 31- Xarchas KC, Bourandas J. Injuries and diseases of the spine in the ancient times. *Spine.* 2003;28(13):1481-4.
- 32- Tator CH, Fehlings MG. Review of the secondary injury theory of acute spinal cord trauma with emphasis on vascular mechanisms. *J Neurosurg.* 1991;75(1):15-26.
- 33- Engin O, El Ö. Spinal kord yaralanmalı hastanın değerlendirilmesi. *Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi.* 2018;17.
- 34- Lee BB, Cripps RA, Fitzharris M, Wing PC. The global map for traumatic spinal cord injury epidemiology: update 2011, global incidence rate. *Spinal Cord.* 2014;52(2):110-6.
- 35- Fitzharris M, Cripps RA, Lee BB. Estimating the global incidence of traumatic spinal cord injury. *Spinal Cord.* 2014;52(2):117–22.

- 36- Ekici I, Temiz C. Travmatik Omurilik Yaralanmaları Epidemiyolojisi, Değerlendirmesi ve Yönetimi *Epidemiology, Evaluation and Management of Traumatic Spinal Cord Injuries*. *Türk Nöroşirürji Dergisi*. 2020;30(3):458-65.
- 37- Selassie A, Cao Y, Saunders LL. Epidemiology of Traumatic Spinal Cord Injury Among Persons Older Than 21 Years: A Population-Based Study in South Carolina, 1998–2012. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*. 2015;21(4):333–44.
- 38- Karacan I, Koyuncu H, Pekel O, Sümbüloğlu G, Kirnap M, Dursun H, et al. Traumatic spinal cord injuries in Turkey: a nation-wide epidemiological study. *Spinal Cord*. 2000;38(11):697-701.
- 39- Karamehmetoğlu SS, Nas K, Karacan I, Sarac AJ, Koyuncu H, Ataoğlu S, et al. Traumatic spinal cord injuries in southeast Turkey: an epidemiological study. *Spinal Cord*. 1997;35(8):531-3.
- 40- Erhan B, Bardak AN. Spinal Kord Hasarı Rehabilitasyonu. In: Tansu Arasil (ed) *DeLisa'nın Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon İlkeler Ve Uygulamalar*. 4.Baskı. Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 2007:1715-51
- 41- Clark JM, Marshall R. Nature of the non-traumatic spinal cord injury literature: A systematic review. *Topics in Spinal Cord Injury Rehabilitation*. 2017;23(4):353–67.
- 42- New PW, Rawicki HB, Bailey MJ. Nontraumatic spinal cord injury: Demographic characteristics and complications. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(7):996–1001.
- 43- Alizadeh A, Dyck SM, Karimi-Abdolrezaee S. Traumatic Spinal Cord Injury: An Overview of Pathophysiology, Models and Acute Injury Mechanisms. *Front Neurol*. 2019;10:282.
- 44- Dumont RJ, Okonkwo DO, Verma S, John Hurlbert R, Boulos PT, Ellegala DB, et al. Acute Spinal Cord Injury, Part I: Pathophysiologic Mechanisms. *Clinical Neuropharmacology*. 2001;24(5):254–64.
- 45- Anjum A, Yazid MD, Daud MF, Idris J, Hwei Ng AM, Naicker AS, et al. Spinal cord injury: Pathophysiology, multimolecular interactions, and underlying recovery mechanisms. *International Journal of Molecular Sciences*. 2020;21(20):1–35.
- 46- Cheng Y, Zhang Y, Wu H. Polymeric Fibers as Scaffolds for Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2021;9,807533.
- 47- Schwab ME, Bartholdi D. Degeneration and Regeneration of Axons in the Lesioned Spinal Cord, *Physiological Reviews*. 1996;76(2):319–70.
- 48- Guizar-Sahagun G, Grijalva I, Madrazo I, Franco-Bourland R, Salgado H, Ibarra A, et al. Development of post-traumatic cysts in the spinal cord of rats-subjected to severe spinal cord contusion. *Surg Neurol*. 1994;41(3):241-9.
- 49- Erhan B, Gündüz B. Omurilik Yaralanması. In: Oğuz H, (ed.), *Tıbbi Rehabilitasyon*. Üçüncü Baskı, Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul, 2015:461–78.
- 50- Silva NA, Sousa N, Reis RL, Salgado AJ. From basics to clinical: A comprehensive review on spinal cord injury. *Progress in Neurobiology*. 2014;114:25–57.
- 51- Gündüz B, Erhan B. Omurilik yaralanması nörolojik sınıflaması için uluslararası standartlar değerlendirme formunun güncellenmesi. *Turkish Society of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2015;61:91–4.
- 52- Gündüz B, Erhan B. Updates in asia examination: Lower extremity motor examination. *Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi*. 2015;61:19–24.
- 53- Chay W, Kirshblum S. Predicting Outcomes After Spinal Cord Injury, *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* (Vol. 31). W.B. Saunders; 2020;331–43.
- 54- Gündüz B, Turna I. Spinal kord hasarlı hastanın rehabilitasyonu. *Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Derneği Dergisi*. 2018;17.

- 55- Schuld C, Franz S, Van Hedel HJA, Moosburger J, Maier D, Abel R, et al. International standards for neurological classification of spinal cord injury: Classification skills of clinicians versus computational algorithms. *Spinal Cord*. 2015;53(4):324–31.
- 56- Ameer MA, Tessler J, Munakomi S, Gillis CC. Central Cord Syndrome. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023. PMID: 28722961. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441932>. [cited 2023 August 13]
- 57- Avila MJ, Hurlbert RJ. Central Cord Syndrome Redefined, *Neurosurgery Clinics of North America*. 2021; 32(3):353–63.
- 58- McKinley W, Hills A, Sima A. Posterior cord syndrome: Demographics and rehabilitation outcomes. *Journal of Spinal Cord Medicine*. 2021;44(2):241–6.
- 59- Brouwers E, Van De Meent H, Curt A, Starremans B, Hosman A, Bartels R. Definitions of traumatic conus medullaris and cauda equina syndrome: A systematic literature review. *Spinal Cord*. 2017;55(10):886–90.
- 60- Goodman BP. Disorders of the Cauda Equina. *Continuum (Minneapolis, Minn.)*. 2018;24(2, Spinal Cord Disorders):584–602.
- 61- Bennett SJ, Katzman GL, Roos RP, Mehta AS, Ali S. Neoplastic cauda equina syndrome: A neuroimaging-based review. *Practical Neurology*. 2016;16(1):35–41.
- 62- Gedde MH, Lilleberg HS, Abmus J, Gilhus NE, Rekand T. Traumatic vs non-traumatic spinal cord injury: A comparison of primary rehabilitation outcomes and complications during hospitalization. *Journal of Spinal Cord Medicine*. 2019;42(6):695–701.
- 63- Ruiz IA, Squair JW, Phillips AA, Lukac CD, Huang D, Oxciario P, et al. Incidence and Natural Progression of Neurogenic Shock after Traumatic Spinal Cord Injury. *J Neurotrauma*. 2018;35(3):461–6.
- 64- Taylor MP, Wrenn P, O'Donnell AD. Presentation of neurogenic shock within the emergency department. *Emergency Medicine Journal*. 2017;34(3):157–62.
- 65- Myers J, Lee M, Kiratli J. Cardiovascular disease in spinal cord injury: an overview of prevalence, risk, evaluation, and management. *Am J Phys Med Rehabil*. 2007;86(2):142-52.
- 66- Eldahan KC, Rabchevsky AG. Autonomic dysreflexia after spinal cord injury: Systemic pathophysiology and methods of management. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*. 2018;209:59–70.
- 67- Shiao R, Lee-Kubli CA. Neuropathic Pain After Spinal Cord Injury: Challenges and Research Perspectives. *Neurotherapeutics. The Journal of the American Society for Experimental NeuroTherapeutics*. 2018;15(3):635–53.
- 68- Kirshblum S, Waring W. Updates for the international standards for neurological classification of Spinal Cord Injury. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*. 2014; 25(3):505–17.
- 69- Wittenberg RH, Peschke U, Botel U. Heterotopic ossification after spinal cord injury. Epidemiology and risk factors. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 1992;74-B(2):215–8.
- 70- Holmes GM, Hubscher CH, Krassioukov A, Jakeman LB, Kleitman N. Recommendations for evaluation of bladder and bowel function in pre-clinical spinal cord injury research. *Journal of Spinal Cord Medicine*. 2020;43(2):165–76.
- 71- Hamid R, Averbek MA, Chiang H, Garcia A, Al Mousa RT, Oh SJ, et al. Epidemiology and pathophysiology of neurogenic bladder after spinal cord injury. *World Journal of Urology*. 2018;36(10):1517–27.

- 72- Johns JS, Krogh K, Ethans K, Chi J, Querée M, Eng JJ. Pharmacological management of neurogenic bowel dysfunction after spinal cord injury and multiple sclerosis: A systematic review and clinical implications. *Journal of Clinical Medicine*. 2021;10(4):882
- 73- Krassioukov A, Elliott S. Neural control and physiology of sexual function: Effect of spinal cord injury. *Topics in Spinal Cord Inj Rehabil*. 2017;23(1):1–10.
- 74- Burchiel KJ, Hsu FPK. Pain and Spasticity After Spinal Cord Injury Mechanisms and Treatment. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26(24 Suppl):S146-60.
- 75- Meseguer-Henarejos AB, Sánchez-Meca J, López-Pina JA, Carles-Hernández R. Inter- and intra-rater reliability of the Modified Ashworth Scale: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Phys Rehabil Med*. 2018;54(4):576-90.
- 76- Battaglini RA, Lazzari AA, Garshick E, Morse LR. Spinal cord injury-induced osteoporosis: Pathogenesis and emerging therapies. *Curr Osteoporos Rep*. 2012;10(4):278–85.
- 77- Ditunno JF, Cohen ME, Hauck WW, Jackson AB, Sipski ML. Recovery of upper-extremity strength in complete and incomplete tetraplegia: A multicenter study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81(4):389–93.
- 78- Waters RL, Adkins R, Yakura J, Sie I. Donal Munro Lecture: Functional and neurologic recovery following acute SCI. *J Spinal Cord Med*. 1998;21(3):195-9.
- 79- Alito A, Filardi V, Famà F, Bruschetta D, Ruggeri C, Basile G, Stancanelli L, D'Amico C, Bianconi S, Tisano A. Traumatic and non-traumatic spinal cord injury: Demographic characteristics, neurological and functional outcomes. A 7-year single centre experience. *J Orthop*. 2021;28:62-6.
- 80- Khorasanizadeh MH, Yousefifard M, Eskian M, Lu Y, Chalangari M, Harrop JS, et al. Neurological recovery following traumatic spinal cord injury: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Neurosurgery: Spine*. 2019;30(5):1–17.
- 81- Gulyaeva NV. Molecular mechanisms of neuroplasticity: An expanding universe. *Biochemistry*. 2017;82(3):237–42.
- 82- Ding Y, Kastin AJ, Pan W. Neural plasticity after spinal cord injury. *Curr Pharm Des*. 2005;11(11):1441-50.
- 83- Sandrow-Feinberg HR, Izzi J, Shumsky JS, Zhukareva V, Houle JD. Forced Exercise as a rehabilitation strategy after unilateral cervical spinal cord contusion injury. *Journal of Neurotrauma*. 2009;26(5):721–31.
- 84- Liu XY, Chen C, Xu HH, Zhang YS, Zhong L, Hu N, et al. Integrated printed BDNF/collagen/chitosan scaffolds with low temperature extrusion 3D printer accelerated neural regeneration after spinal cord injury. *Regen Biomater*. 2021;8(6).
- 85- Leech KA, Hornby TG. High-Intensity Locomotor Exercise Increases Brain-Derived Neurotrophic Factor in Individuals with Incomplete Spinal Cord Injury. *J Neurotrauma*. 2017;34(6):1240–8.
- 86- Consortium for Spinal Cord Medicine. Outcomes following traumatic spinal cord injury: clinical practice guidelines for health-care professionals. *J Spinal Cord Med*. 2000;23(4):289-316.
- 87- Huh S, Ko HY. Recovery target priorities of people with spinal cord injuries in Korea compared with other countries: a survey. *Spinal Cord*. 2020;58(9):998–1003.
- 88- Tate DG, Kalpakjian CZ, Forchheimer MB. Quality of life issues in individuals with spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83(12 Suppl 2):S18-25.
- 89- Wade DT. What is rehabilitation? An empirical investigation leading to an evidence-based description. *Clinical Rehabilitation*. 2020;34(5):571–83.

- 90- Labruyère R, Agarwala A, Curt A. Rehabilitation in spine and spinal cord trauma. *Spine*. 2010;35(21S):S259-62.
- 91- Nas K, Yazmalar L, Şah V, Aydın A, Öneş K. Rehabilitation of spinal cord injuries. *World J Orthop*. 2015;6(1):8–16.
- 92- Bromley İ. The acute lesion. In: *Tetraplegia and Paraplegia A Guide For Physiotherapists*. Six Edition. Churchill Livingstone Elsevier. 2006:41-52.
- 93- Westcott WL. Resistance Training is Medicine: Effects of Strength Training on Health. *Curr Sports Med Rep*. 2012;11(4):209–16.
- 94- Gómara-Toldrà N, Sliwinski M, Dijkers MP. Physical therapy after spinal cord injury: A systematic review of treatments focused on participation. *Journal of Spinal Cord Medicine*. 2014;37(4):371–79.
- 95- Hachem LD, Ahuja CS, Fehlings MG. Assessment and management of acute spinal cord injury: From point of injury to rehabilitation. *Journal of Spinal Cord Medicine*. 2017;40(6):665–75.
- 96- Mateo S, Di Marco J, Cucherat M, Gueyffier F, Rode G. Inconclusive efficacy of intervention on upper-limb function after tetraplegia: A systematic review and meta-analysis. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2020;63(3):230–40.
- 97- Karamian BA, Siegel N, Nourie B, Serruya MD, Heary RF, Harrop JS, et al. The role of electrical stimulation for rehabilitation and regeneration after spinal cord injury. *Journal of Orthopaedics and Traumatology*. 2022;23(1):2.
- 98- Doucet BM, Lam A, Griffin L. Neuromuscular electrical stimulation for skeletal muscle function. *Yale J Biol Med*. 2012;85(2):201-15.
- 99- Arsh A, Anwar Z, Zeb A, Ilyas SM. Effectiveness of occupational therapy in improving activities of daily living performance in complete cervical tetraplegic patients; a quasi experimental study. *Pak J Med Sci*. 2020;36(2):96–9.
- 100- Aydilek M, Yaşar MF, Yakşi E. The Effect of Occupational Therapy on Upper Extremity Function and Daily Life Activities in Stroke Patients. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Bilimleri Dergisi*. 2022;25(1):27–33.
- 101- Dimbwadyo-Terrer I, Gil-Agudo A, Segura-Fragoso A, De Los Reyes-Guzmán A, Trincado-Alonso F, Piazza S, et al. Effectiveness of the Virtual Reality System Toyra on Upper Limb Function in People with Tetraplegia: A Pilot Randomized Clinical Trial. *Biomed Res Int*. 2016;2016: 6397828.
- 102- Vitória A, Vitória V, De Ará Ujo L, Freitas De Oliveira Neiva J, Bandeira De Mello Monteiro C, Magalhães FH. Efficacy of Virtual Reality Rehabilitation after Spinal Cord Injury: A Systematic Review. *Biomed Res Int*. 2019;2019:7106951.
- 103- Lambercy O, Ranzani R, Gassert R. Robot-assisted rehabilitation of hand function. In: Colombo R, Sanguineti V (eds), *Rehabilitation Robotics: Technology and Application*, Academic Press is an imprint of Elsevier, London 2018:205-25.
- 104- Mekki M, Delgado AD, Fry A, Putrino D, Huang V. Robotic Rehabilitation and Spinal Cord Injury: a Narrative Review. *Neurotherapeutics*. 2018;15(3):604–17.
- 105- Kamper DG. Restoration of hand function in stroke and spinal cord injury. In: Reinkensmeyer D, Dietz V (ed). *Neurorehabilitation Technology*. Second Edition. Springer International Publishing; 2016.311-31
- 106- Duruöz MT, Assessment of Hand Function. In: Duruöz MT (ed) *Hand Function A Practical Guide to Assessment*. Second Edition. İstanbul: Springer International Publishing; 2019:42-3
- 107- Sollerman C, Ejeskär A. Sollerman hand function test: a standardised method and its use in tetraplegic patients. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg*. 1995;29(2):167- 76.

- 108- Yücel H, Kayıhan H. Elin fiziksel özelliklerinin el fonksiyonu üzerine etkileri. *Fizyoterapi rehabilitasyon*. 2008;19(1):24-9
- 109- Misirlioglu TO, Unalan H, Karamehmetoglu SS. Validation of Duruöz Hand Index in patients with tetraplegia. *Journal of Hand Therapy: Official Journal of the American Society of Hand Therapists*, 2016;29(3):269–74.
- 110- Bryan E. Wrist/Hand/Finger Strengthening. In: *The Comprehensive Manual of Therapeutic Exercises: Orthopedic and General Conditions*. Slack Incorporated USA 2018:165-355
- 111- Taravati S, Capaci K, Uzumcugil H, Tanigor G. Evaluation of an upper limb robotic rehabilitation program on motor functions, quality of life, cognition, and emotional status in patients with stroke: a randomized controlled study. *Neurological Sciences*. 2022;43(2):1177–88.
- 112- Masiero S, Poli P, Rosati G, Zanotto D, Iosa M, Paolucci S, et al. The value of robotic systems in stroke rehabilitation. *Expert Review of Medical Devices*. 2014;11(2):187–98.
- 113- Zhang L, Jia G, Ma J, Wang S, Cheng L. Short and long-term effects of robot-assisted therapy on upper limb motor function and activity of daily living in patients post-stroke: a meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*. 2022;19(1):76.
- 114- Calabrò RS, Naro A, Russo M, Bramanti P, Carioti L, Balletta T, et al. Shaping neuroplasticity by using powered exoskeletons in patients with stroke: a randomized clinical trial. *J Neuroeng Rehabil*. 2018;15(1):35.
- 115- Stefan K, Kunesch E, Cohen LG, Benecke R, Classen J. Induction of plasticity in the human motor cortex by paired associative stimulation. *Brain: A Journal of Neurology*. 2000;123 Pt 3:572–84.
- 116- Balasubramanian S, Klein J, Burdet E. Robot-assisted rehabilitation of hand function. Vol. 23, *Current Opinion in Neurology*. 2010;23(6):661–70.
- 117- Moggio L, de Sire A, Marotta N, Demeco A, Ammendolia A. Exoskeleton versus end-effector robot-assisted therapy for finger-hand motor recovery in stroke survivors: systematic review and meta-analysis. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2022;29(8):539–50.
- 118- Hwang CH, Seong JW, Son DS. Individual finger synchronized robot-assisted hand rehabilitation in subacute to chronic stroke: A prospective randomized clinical trial of efficacy. *Clin Rehabil*. 2012;26(8):696–704.
- 119- Baunsgaard CB, Nissen UV, Christensen KB, Biering-Sørensen F. Modified Ashworth scale and spasm frequency score in spinal cord injury: Reliability and correlation. *Spinal Cord*. 2016;54(9):702–8.
- 120- Han H, Nam, S, Cho S. Normative Data on Hand Grip Strength. *J Nov Physiother*. 2011;01(01).
- 121- Kurokawa N, Kai C, Hokotachi Y, Hasegawa M, Amagai T. Determination of the cut-off point of the Functional Independence Measure as a predictor of adverse events in patients with acute stroke. *Journal of International Medical Research*. 2018;46(10):4235–45.
- 122- Unalan H, Misirlioglu TO, Erhan B, Akyuz M, Gunduz B, Irgi E, et al. Validity and reliability study of the Turkish version of Spinal Cord Independence Measure-III. *Spinal Cord*. 2015;53(6):455–60.
- 123- Itzkovich M, Gelernter I, Biering-Sorensen F, Weeks C, Laramee MT, Craven BC, et al. The Spinal Cord Independence Measure (SCIM) version III: Reliability and validity in a multi-center international study. *Disabil Rehabil*. 2007;29(24):1926–33.

- 124- Bilir Kaya B, İçağasıoğlu A. Reliability and validity of the Turkish version of short form 36 (SF-36) in patients with rheumatoid arthritis. *Journal of Surgery and Medicine*. 2018;2(1).
- 125- Jung JH, Lee HJ, Cho DY, Lim JE, Lee BS, Kwon SH, et al. Effects of combined upper limb robotic therapy in patients with tetraplegic Spinal Cord Injury. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2019;43(4):445–57.
- 126- Gaspar R, Padula N, Freitas TB, de Oliveira JPJ, Torriani-Pasin C. Physical exercise for individuals with spinal cord injury: Systematic review based on the international classification of functioning, disability, and health. *J Sport Rehabil*. 2019;28(5):505–16.
- 127- Jacobs PL, Nash MS. Exercise Recommendations for Individuals with Spinal Cord Injury. *Sports Med*. 2004;34(11):727–51.
- 128- Larson CA, Dension PM. Effectiveness of intense, activity-based physical therapy for individuals with spinal cord injury in promoting motor and sensory recovery: Is olfactory mucosa autograft a factor? *Journal of Spinal Cord Medicine*. 2013;36(1):44–57.
- 129- Kim J, Lee BS, Lee HJ, Kim HR, Cho DY, Lim JE, et al. Clinical efficacy of upper limb robotic therapy in people with tetraplegia: a pilot randomized controlled trial. *Spinal Cord*. 2019;57(1):49–57.
- 130- Zengin-Metli D, Ozbudak-Demir S, Eraktas I, Binay-Safer V, Ekiz T. Effects of robot assistive upper extremity rehabilitation on motor and cognitive recovery, the quality of life, and activities of daily living in stroke patients. *Journal Back Musculoskelet Rehabil*. 2018;31(6):1059–64.
- 131- Hsu CY, Wu CM, Huang CC, Shie HH, Tsai YS. Feasibility and potential effects of robot-assisted passive range of motion training in combination with conventional rehabilitation on hand function in patients with chronic stroke. *J Rehabil Med*. 2022;54:jrm00323.
- 132- Cortes M, Elder J, Rykman A, Murray L, Avedissian M, Stampa A, et al. Improved motor performance in chronic spinal cord injury following upper-limb robotic training. *NeuroRehabilitation*. 2013;33(1):57–65.
- 133- Francisco GE, Yozbatiran N, Berliner J, O'Malley MK, Pehlivan AU, Kadivar Z, et al. Robot-Assisted Training of Arm and Hand Movement Shows Functional Improvements for Incomplete Cervical Spinal Cord Injury. *Am J Phys Med Rehabil*. 2017;96(10):S171–7.
- 134- Devivo MJ. Epidemiology of traumatic spinal cord injury: Trends and future implications. *Spinal Cord*. 2012;50(5):365–72.
- 135- Barbiellini Amidei C, Salmaso L, Bellio S, Saia M. Epidemiology of traumatic spinal cord injury: a large population-based study. *Spinal Cord*. 2022;60(9):812–9.
- 136- Scivoletto G, Morganti B, Molinari M. Early versus delayed inpatient spinal cord injury rehabilitation: An Italian study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86(3):512–6.
- 137- Yozbatiran N, Berliner J, O'Malley MK, Pehlivan AU, Kadivar Z, Boake C, et al. Robotic training and clinical assessment of upper extremity movements after spinal cord injury: A single case report. *J Rehabil Med*. 2012;44(2):186–8.
- 138- Pehlivan AU, Sergi F, Erwin A, Yozbatiran N, Francisco GE, O'Malley MK. Design and validation of the RiceWrist-S exoskeleton for robotic rehabilitation after incomplete spinal cord injury. *Robotica*. 2014;32(8):1415–31.

- 139- Vanmulken DA, Spooren AI, Bongers HM, Seelen HA. Robotassisted task-oriented upper extremity skill training in cervical spinal cord injury: a feasibility study. *Spinal Cord*. 2015;53:547–51.
- 140- Osuagwu BAC, Timms S, Peachment R, Dowie S, Thrussell H, Cross S, et al. Home-based rehabilitation using a soft robotic hand glove device leads to improvement in hand function in people with chronic spinal cord injury: a pilot study. *J Neuroeng Rehabil*. 2020;17(1):40.
- 141- Sledziewski L, Schaaf RC, Mount J. Use of robotics in spinal cord injury: a case report. *Am J Occup Ther*. 2012;66:51–8.
- 142- Gohritz A, Fridén J. Management of Spinal Cord Injury-Induced Upper Extremity Spasticity. *Hand Clinics*. 2018;34(4):555–65.
- 143- Elbasiouny SM, Moroz D, Bakr MM, Mushahwar VK. Management of Spasticity After Spinal Cord Injury: Current Techniques and Future Directions. *Neurorehabil Neural Repair*. 2010;24(1):23–33.
- 144- Wang WC, Yeh CY, Huang JJ, Chang SC, Pei YC. Synergic Effect of Robot-Assisted Rehabilitation and Antispasticity Therapy: A Narrative Review. *Life (Basel)*. 2023;13(2):252.
- 145- Zhao M, Wang G, Wang A, Cheng LJ, Lau Y. Robot-assisted distal training improves upper limb dexterity and function after stroke: a systematic review and meta-regression. *Neurological Sciences*. 2022;43(3):1641–57.
- 146- Hu XL, Tong KY, Wei XJ, Rong W, Susanto EA, Ho SK. The effects of post-stroke upper-limb training with an electromyography (EMG)-driven hand robot. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2013;23(5):1065–74.
- 147- Lili L, Sunnerhagen KS, Rekand T, Alt Murphy M. Independence and upper extremity functioning after spinal cord injury: a cross-sectional study. *Sci Rep*. 2023;13(1):3148.
- 148- Yurkewich A, Ortega S, Sanchez J, Wang RH, Burdet E. Integrating hand exoskeletons into goal-oriented clinic and home stroke and spinal cord injury rehabilitation. *J Rehabil Assist Technol Eng*. 2022;9:20556683221130970.
- 149- Sørensen L, Månnum G. A single-subject study of robotic upper limb training in the subacute phase for four persons with cervical spinal cord injury. *Spinal Cord Ser Cases*. 2019;5:29.
- 150- Kadivar Z, Sullivan JL, Eng DP, Pehlivan AU, O'Malley MK, Yozbatiran N, et al. Robotic training and kinematic analysis of arm and hand after incomplete spinal cord injury: A case study. *IEEE International Conference on Rehabilitation Robotics*. 2011;5975429.
- 151- Lu Z, Tong KY, Shin H, Stampas A, Zhou P. Robotic Hand-Assisted Training for Spinal Cord Injury Driven by Myoelectric Pattern Recognition: A Case Report. *Am J Phys Med Rehabil*. 2017;96(10):146–9.
- 152- Mulcahey MJ, Hutchinson D, Kozin S. Assessment of upper limb in tetraplegia: Considerations in evaluation and outcomes research. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2007; 44(1):91–102.
- 153- Singh H, Unger J, Zariffa J, Pakosh M, Jaglal S, Craven BC, et al. Robot-assisted upper extremity rehabilitation for cervical spinal cord injuries: a systematic scoping review. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. 2018;13(7):704–15.
- 154- Van Tuijl JH, Janssen-Potten Y, Seelen H. Clinical Review Evaluation of upper extremity motor function tests in tetraplegics. *Spinal Cord*. 2002;40:51–64.

- 155- Field-Fote EC. Exciting recovery: Augmenting practice with stimulation to optimize outcomes after spinal cord injury. *Progress in Brain Research*. 2015;218:103–26.
- 156- Harvey LA, Dunlop SA, Churilov L, Hsueh YSA, Galea MP. Early intensive hand rehabilitation after spinal cord injury (“Hands On”): A protocol for a randomised controlled trial. *Trials*. 2011;12:14.
- 157- Çelik B. Omurilik Yaralanmalarında Robotik Teknoloji: Üst Ekstremitte, *Turk J Phys Med Rehab*. 2015;61(Supp. 1):S32-6.
- 158- Lu X, Battistuzzo CR, Zoghi M, Galea MP. Effects of training on upper limb function after cervical spinal cord injury: A systematic review. *Clinical Rehabilitation*. 2015;29(1):3–13.
- 159- Çınar Ç, Öneş K, Yıldırım MA, Gökşenoğlu G. Comparison of the Patients with Complete and Incomplete Spinal Cord Injury Administered Robotic-Assisted Gait Training Treatment. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Bilimleri Dergisi*. 2020;23(1):12–9.



EKLER

EK-1: Etik Kurul İzin Belgesi

T.C.
AFYONKARAHİSAR SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARARLARI

Toplantı Tarihi	05.11.2021	Toplantı Numarası	2021/12	Toplantı Saati	09:00	Etik Kurul Kodu	2011-KAEK-2
-----------------	------------	-------------------	---------	----------------	-------	-----------------	-------------

498-Dr. Öğr. Üyesi Sevda ADAR' ın sorumluluğunda yürütülecek olan "Spinal Kord Yaralanmalı Hastalarda Robot Yardımlı El Terapisinin El Fonksiyonları ve Yaşam Kalitesi Üzerine Etkisi: Randomize Kontrollü Çalışma" konulu Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar için başvuru dosyası incelendi. Araştırma protokolüne uyularak, Sağlık Bakanlığı'nın 13.04.2013 tarih 28617 sayılı Klinik Araştırmalar Hakkındaki Yönetmeliği ve yayımlanan kılavuzlarında belirtilen hususlar dikkate alınarak, sorumluluk araştırmacılara ait olmak üzere araştırmanın yapılmasında etik sakınca olmadığına toplantıya katılan üyelerin **oy birliği** ile karar verildi.

ASLIĞIBİDİR
05.11.2021
Dr.Öğr. Üyesi Evrim Suna ARIKAN



Olgu Rapor Formu

Olgu No		Tarih	
Adı Soyadı		Protokol No	
Yaş/Cinsiyet		Meslek	/
Boy/Kilo	/	BMI	
Medeni Durum		Telefon	
SCI Tarihi-SCI Yaşı		SCI Etyolojisi	
SCI Sonrası Geçen Süre			
Öğrenim Durumu	1) Okuryazar değil 2) Okuryazar 3) ilköğretim 4) Ortaokul 5) Lise 6) Üniversite 7) Yüksek Lisans	Dominant El	
Sistemik Hastalıklar			
Kullandığı İlaçlar			
Öykü			

Değerlendirme Zamanı	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	
Asia Değerlendirmesi			
Mini Mental Test Skoru			
Modifiye Ashworth Skalası			
Fonksiyonel bağımsızlık ölçeği (FİM)			
Omurilik Yaralanması Bağımsızlık Ölçeği III			
SF-36 Yaşam Kalitesi Ölçeği			
Sollerman El Fonksiyon Testi			
Tahta Kutu Blok Testi			
El Kavrama Gücü			
Parmak Sıkıştırma Gücü (Pinchmetre)			

Sollerman El Fonksiyon Testi

Sollerman El Fonksiyon Testi

Hastanın adı ve soyadı

Tarih:

Sekiz temel el kavraması (pulpa tutuşu, lateral çimdikleme, üçlü çimdikleme, 5 parmak çimdikleme, diagonal volar kavrama, transvers volar kavrama, küresel volar kavrama, ekstansiyon tipi kavrama) temeline dayalı 20 ayrı aktiviteden oluşur.

Aktivitenin gerçekleştirilememesi: 0

60 sn içinde gerçekleştirilmesi: 1

60-41 sn arasında tamamlanması ya da istenen kavrama paterni ile gerçekleştirilmemesi: 2

21-40 sn arasında tamamlanması ve kavrama paterninde minimum sapma olması: 3

20 saniye içinde belirtilen kavrama paterni ile tamamlaması: 4 puan olarak değerlendirildi.

Total score: 0-80 arasında hesaplanmıştır.

Sağ el puanı:

Sol el puanı:

- 1- Anahtarı kilidine takın, 90 derece döndürün (Put key into yale lock, turn 90 degrees)
- 2- Düz bir yüzeyden paraları toplayın(Pick up coins from flat surface)
(Duvara monte edilmiş bir cüzdana koyun(Put into purse mounted on wall))
- 3- Cüzdanı açın ve kapatın(Open and close purse)
- 4- Paraları cüzdandan alın(Pick up coins(4) from purses)
- 5- Ahşap küpleri 5 cm yüksekliğinde kenardan kaldırın:
(Lift wooden cubes(2)over edge 5cm in height)
- 6- Ütüyü 5 cm yüksekliğinde kenardan kaldırın (Lift iron over edge 5cm in height)
- 7- Vidayı tornavidayla çevirin(Turn screw with screwdriver)
- 8- Somunları alın ve civataları takın (Pick up nuts and put on bolts)
- 9- Kavanozların kapağını açın (Unscrew lid of jars)
- 10- Düğmeleri açın (Buttons on clothing)
- 11- Yemeği bıçak ve çatala kesin (Cut ting food with knife and fork)
- 12- Çorabı elinize giyin(Put the sock on your hand)
- 13-Kalemle yazı yazın(Writing with pen)
- 14- Kağıdı katlayın, zarfa koyun(Fold paper, put into envelope)
- 15-Zarfın üzerine ataç takın(Put paper clip on envelope)
- 16-Telefonu kulağınıza koyun(Put the telephone in your ear)
- 17- Kapı kolunu 30 derece çevirin(Turn door handle 30degrees)
- 18- 1L süt paketinden bardağa süt dökün (Pour water from 1-L paper milk package)
- 19- Sürahiden bardağa su dökün(Pour water from jug)
- 20- Bardaktan bardağa su dökün (Pour water from cup)

Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (FBÖ)

Functional Independence Measures (FIM)

Hastanın Adı Soyadı: _____ Tarih: ____/____/____

Temelde beyin hasarı olan hastalar için tasarlanmış bir ölçektir.

KENDİNE BAKIM	___/___/___	___/___/___
A. Yemek yeme		
B. Kendine bakım (traş, makyaj vs)		
C. Yıkama		
D. Üst taraf giyimi		
E. Alt taraf giyimi		
F. Tuvalet kullanımı-temizliği		
SFİNKTER KONTROLÜ		
G. Mesane bakımı		
H. Bağırsak bakımı		
TRANSFER		
I. Yatak, sandalye, tekerlekli sandalye		
J. Tuvalet		
K. Banyo, duş		
YER DEĞİŞTİRME		
L. Yürüme, Tekerlekli Sandalye, Her ikisi		
Y TS Hi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M. Merdiven		
Motor Skor Toplamı		
İLETİŞİM		
N. Anlama: İşitsel Görsel Her ikisi		
i G Hi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
O. İfade edebilme: Sesli: Sessiz Her ikisi		
S M Hi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SOSYAL ALGILAMA		
P. Sosyal katılım (etkileşim)		
R. Problem çözme		
S. Hafıza		
Kognitif Skor Toplamı		
Total Skor:		

Değerlendirme: Hasta toplamda maksimum 126 puan alabilir. Hasta 6 veya 7 puan alabilmek için yardımcı bir kişi olmadan aktiviteyi yapabilmelidir.

Her bir soru için puanlar:

7 puan: Tam bağımsız (Cihazsız, yardımcı bir kişi olmadan, zamanında)

6 puan: Kısmi bağımsız (Yardımcı cihaz yardımıyla ya da normalden daha uzun sürede, yardımcı bir kişi olmadan)

5 puan: Yardımcı kişinin fiziksel yardımı gerekmez, sözel uyarılar yeterlidir.

4 puan: Minimal yardım (Hafif bir fiziksel temas, hasta gerekli çabanın en az %75'ini sarf eder.)

3 puan: Orta derecede yardım (Hasta gerekli çabanın %50-75 kadarını sarf edebilmektedir.)

2 puan: Maksimal yardım (Hasta gerekli çabanın %25-50 kadarını sarf edebilmektedir.)

1 puan: Tam yardım (Hasta gerekli çabanın %0-25 kadarını sarf edebilmektedir.)

Toplam Puan: _____

OYBÖ III Anketi

OMURİLİK YARALANMASI BAĞIMSIZLIK ÖLÇEĞİ-III (OYBÖ-III)				
Hastanın adı soyadı:.....	Tarih:.....			
Protokol no:.....	Yatış/polikliniğe geliş tarihi:.....			
Doğum tarihi:.....	Cinsiyet: K <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/>			
Teşhis:.....	Doktor:.....			
Fizyoterapist:.....				
Tarih				
KENDİNE BAKIM				
<p>1. Yemek yeme (kesme, kavanoz açma, dökme, ağzına yemek götürme, içecek dolu bardağı tutma)</p> <p>0.Parenteral, gastrotomi veya tamamen desteğe dayalı ağızdan beslenme.</p> <p>1.Yemek ve/veya içmek ya da yardımcı cihazları takmak için kısmi desteğe ihtiyacı vardır.</p> <p>2.Bağımsız olarak yemek yer; yardımcı cihazlara veya desteğe sadece yemeği kesmek ve/veya koymak ve/veya yiyecek kaplarını açmak için ihtiyaç duyar.</p> <p>3.Bağımsız olarak yemek yer, sıvı içer, yardımcı cihaz ve/veya desteğe ihtiyaç duymaz.</p>				
<p>2. Banyo yapma (sabunlanma, yıkanma, vücudunu ve başını kurulama, suyu ayarlama).</p> <p>A-üst beden; B-alt beden</p> <p>A. 0.Tamamen desteğe gereksinimi vardır.</p> <p>1.Kismi desteğe gereksinimi vardır.</p> <p>2.Yardımcı cihazlar kullanarak veya özel ortamlarda (tutunacak kolçak veya sandalye gibi) bağımsız olarak yıkanabilir.</p> <p>3.Yardımcı cihazlara veya (sağlıklı insanların alışık olmadığı) özel ortamlara ihtiyaç duymadan bağımsız olarak yıkanabilir.</p> <p>B. 0.Tamamen desteğe gereksinimi vardır.</p> <p>1.Kismi desteğe gereksinimi vardır.</p> <p>2.Yardımcı cihazlar kullanarak veya özel ortamlarda bağımsız olarak yıkanabilir.</p> <p>3.Yardımcı cihazlar veya özel ortamlara ihtiyaç duymadan bağımsız olarak yıkanabilir.</p>				
<p>3. Giyinme (giysiler, ayakkabılar, kalıcı ortezler: giyinme, takma, soyunma).</p> <p>A-üst beden; B-alt beden</p> <p>A. 0.Tamamen desteğe gereksinimi vardır.</p> <p>1. Düşmez, fermuarsız veya bağımsız giysilerde kısmi desteğe gereksinim duyar.</p> <p>2. Düşmez, fermuarsız veya bağımsız giysilerde bağımsızdır; yardımcı cihazlar ve/veya özel ortamlara ihtiyaç duyar.</p> <p>3. Düşmez, fermuarsız veya bağımsız giysilerde bağımsızdır; yardımcı cihazlar ve/veya özel ortamlara ihtiyaç duymaz veya sadece düğme, fermuar ve bağcıklar için desteğe ihtiyaç duyar.</p> <p>4. Herhangi bir giysiyi bağımsız olarak giyer, yardımcı cihazlar veya özel ortamlara ihtiyaç duymaz.</p> <p>B. 0.Tamamen desteğe gereksinimi vardır.</p> <p>1. Düşmez, fermuarsız veya bağımsız giysilerde kısmi desteğe gereksinim duyar.</p> <p>2. Düşmez, fermuarsız veya bağımsız giysilerde bağımsızdır; yardımcı cihazlar ve/veya özel ortamlara ihtiyaç duyar.</p> <p>3. Düşmez, fermuarsız veya bağımsız giysilerde bağımsızdır; yardımcı cihazlar ve/veya özel ortamlara ihtiyaç duymaz veya sadece düğme, fermuar ve bağcıklar için desteğe ihtiyaç duyar.</p> <p>4. Herhangi bir giysiyi bağımsız olarak giyer, yardımcı cihazlar veya özel ortamlara ihtiyaç duymaz.</p>				
<p>4. Bakım ve Süslenme (el ve yüz yıkama, diş fırçalama, saç tarama, traş olma, makyaj yapma)</p> <p>0.Tamamen desteğe gereksinimi vardır.</p> <p>1.Kisimden desteğe gereksinimi vardır.</p> <p>2.Kendi bakımını yardımcı cihazlar kullanarak bağımsız olarak yapabilir.</p> <p>3.Yardımcı cihazlar olmadan kendi bakımını bağımsız olarak yapabilir.</p>				
KENDİNE BAKIM-ALT TOPLAM SKORU (0-20)				

SOLUNUM VE SFİNKTER KONTROLÜ				
<p>5. Solunum</p> <p>0.Trakeal tüpe (TT) gereksinim duyar ve kalıcı ya da aralıklı solunum desteğine gereksinimi vardır.</p> <p>2.TT ile bağımsız olarak nefes alabilir, oksijene gereksinimi vardır, öksürme veya TT'nin idaresi için desteğe ihtiyacı vardır.</p> <p>4.TT ile bağımsız olarak nefes alabilir, öksürme veya TT'nin idaresi için az miktarda desteğe ihtiyacı vardır.</p> <p>6.TT olmadan bağımsız olarak nefes alır; oksijene, öksürmek için oldukça fazla desteğe, maskeye (pozitif basınç gibi) veya aralıklı solunum desteğine (aralıklı yardımcı ventilasyon) - (bifazik pozitif havayolu basıncı) gereksinimi vardır.</p> <p>8.TT olmadan bağımsız olarak nefes alır, öksürmek için uyarana veya desteğe gereksinimi vardır.</p> <p>10. Herhangi bir cihaz veya destek olmaksızın bağımsız olarak nefes alır.</p>				
<p>6. Sfinkter Kontrolü – Mesane</p> <p>0.Daimi katater.</p> <p>3.Rezidüel idrar hacmi (RİH) > 100cc; düzenli katater kullanımı yok veya yardım ile aralıklı kataterizasyon.</p> <p>6.RİH<100cc veya kendi kendine aralıklı kataterizasyon, drenaj cihazı için desteğe ihtiyacı vardır.</p> <p>9.Kendisi aralıklı katateri uygular, harici drenaj cihazı kullanır ve uygulamak için desteğe ihtiyacı yoktur.</p> <p>11.Kendisi aralıklı katateri uygular, kataterizasyonlar arasında idrarını kontrol edebilir, harici drenaj cihazı kullanmaz.</p> <p>13.RİH<100cc, sadece harici idrar drenajına ihtiyaç duyar, drenaj için desteğe gereksinimi yoktur.</p> <p>15.RİH<100cc, idrarını kontrol edebilir, harici drenaj cihazı kullanmaz.</p>				

<p>7. Sfinkter İdaresi – Barsak</p> <p>0. Düzenli olmayan zamanlama veya çok seyrek barsak hareketi (3 günde birden az).</p> <p>5. Uygun zamanlama ancak desteğe ihtiyaç duyar (örneğin supozitivar uygulamak için), nadiren kaçırma yaşanır (ayda 2 kereden az).</p> <p>8. Düzenli barsak hareketleri, desteğe ihtiyaç duymaz, nadiren kaçırma yaşanır (ayda 2 kereden az).</p> <p>10. Düzenli barsak hareketleri, desteğe ihtiyaç duymaz, kaçırma yaşanmaz.</p>				
<p>8. Tuvalet Kullanımı (Perine temizliği, tuvalete girerken ve çıkarken giyinme ve soyunma, adet bezi veya hasta bezi kullanımı).</p> <p>0. Tamamen desteğe gereksinimi vardır.</p> <p>1. Kısmi desteğe gereksinim duyar, kendisini temizleyemez.</p> <p>2. Kısmi desteğe gereksinim duyar, kendisini bağımsız olarak temizler.</p> <p>4. Tuvaleti, her şeyi bağımsız olarak yapabilecek şekilde kullanır, ancak yardımcı cihaz ya da özel ortamlara ihtiyacı vardır (tutunmak için barlar gibi).</p> <p>5. Tuvaleti bağımsız olarak kullanır, yardımcı cihaz ya da özel ortamlara ihtiyaç duymaz.</p>				
SOLUNUM VE SFİNKTER KONTROLÜ ALT-TOPLAM SKORU (0-40)				

HAREKETLİLİK				
Hareketlilik (Oda ve tuvalet)				
<p>9. Yatakta hareketlilik ve yatak yaralarını önleme hareketleri</p> <p>0. Bütün etkinliklerde desteğe ihtiyaç duyar: yatakta üst bedeni döndürmek, alt bedeni döndürmek, yatakta oturmak, tekerlekli sandalyede sınav çekmek; yardımcı cihaz kullanabilir ancak elektrikli gereçler kullanmaz.</p> <p>2. Bu etkinliklerden birini desteğe ihtiyaç duymadan gerçekleştirir.</p> <p>4. Etkinliklerden 2 ya da 3'ünü desteğe ihtiyaç duymadan gerçekleştirir.</p> <p>6. Yatakta hareketlilik ve yatak yaralarını önleme etkinliklerinin tamamını bağımsız olarak gerçekleştirir.</p>				
<p>10. Transferler: Yatak-Tekerlekli Sandalye (tekerlekli sandalyeyi kilitleme, ayak dayama yerlerini kaldırma, kolçakları çıkartma veya ayarlama, transfer, ayakları kaldırma).</p> <p>0. Tamamen desteğe gereksinimi vardır.</p> <p>1. Kısmi desteğe ve/veya gözetime ve/veya yardımcı cihazlara (kayma tahtası gibi) ihtiyaç duyar.</p> <p>2. Bağımsızdır (veya tekerlekli sandalyeye gereksinimi yoktur).</p>				

<p>11. Transferler: tekerlekli sandalye-tuvalet-banyo (eğer tuvaletli tekerlekli sandalye kullanıyorsa: tekerlekli sandalyeye ve sandalyeden transferler; eğer normal tekerlekli sandalye kullanıyorsa: tekerlekli sandalyeyi kilitleme, ayak dayama yerlerini kaldırma, kolçakları çıkartma veya ayarlama, transfer, ayakları kaldırma).</p> <p>0. Tamamen desteğe gereksinimi vardır.</p> <p>1. Kısmi desteğe ve/veya gözetime ve/veya yardımcı cihazlara (tutunma barları) ihtiyaç duyar.</p> <p>2. Bağımsızdır (veya tekerlekli sandalyeye gereksinimi yoktur).</p>				
Hareketlilik (İç ve dış mekanda, düz yüzeylerde)				
<p>12. İç Mekanda Hareketlilik</p> <p>0. Tamamen desteğe gereksinimi vardır.</p> <p>1. Elektrikli veya manuel tekerlekli sandalye kullanmak için kısmi desteğe ihtiyaç duyar.</p> <p>2. Manuel tekerlekli sandalyeyle bağımsız olarak hareket eder.</p> <p>3. Yürürken gözetime gereksinimi vardır (cihazlı veya cihazsız).</p> <p>4. Yürüteç veya koltuk değneğiyle yürür (salınımlı).</p> <p>5. Koltuk değneği veya iki bastonla yürür (çift taraflı yürüme).</p> <p>6. Tek bastonla yürür.</p> <p>7. Sadece bacak ortezine ihtiyaç duyar.</p> <p>8. Yürüme destek gereçleri olmadan yürür.</p>				
<p>13. Orta Uzunlukta Mesafeler (10-100 metre arası)</p> <p>0. Tamamen desteğe gereksinimi vardır.</p> <p>1. Elektrikli veya manuel tekerlekli sandalye kullanmak için kısmi desteğe ihtiyaç duyar.</p> <p>2. Manuel tekerlekli sandalyeyle bağımsız olarak hareket eder.</p> <p>3. Yürürken gözetime gereksinimi vardır (cihazlı veya cihazsız).</p> <p>4. Yürüteç veya koltuk değneğiyle yürür (salınımlı).</p> <p>5. Koltuk değneği veya iki bastonla yürür (çift taraflı yürüme).</p> <p>6. Tek bastonla yürür.</p> <p>7. Sadece bacak ortezine ihtiyaç duyar.</p> <p>8. Yürüme destek gereçleri olmadan yürür.</p>				
<p>14. Dış Mekanda Hareketlilik (100 metreden uzun mesafe)</p> <p>0. Tamamen desteğe gereksinimi vardır.</p> <p>1. Elektrikli veya manuel tekerlekli sandalye kullanmak için kısmi desteğe ihtiyaç duyar.</p> <p>2. Manuel tekerlekli sandalyeyle bağımsız olarak hareket eder.</p> <p>3. Yürürken gözetime gereksinimi vardır (cihazlı veya cihazsız).</p> <p>4. Yürüteç veya koltuk değneğiyle yürür (salınımlı).</p> <p>5. Koltuk değneği veya iki bastonla yürür (çift taraflı yürüme).</p> <p>6. Tek bastonla yürür.</p> <p>7. Sadece bacak ortezine ihtiyaç duyar.</p> <p>8. Yürüme destek gereçleri olmadan yürür.</p>				
<p>15. Merdiven Kullanımı</p> <p>0. Merdivenlerden inemez veya çıkamaz.</p> <p>1. Birinin desteği veya gözetimi ile en az 3 basamak inebilir veya çıkabilir.</p> <p>2. Trabzanların ve/veya koltuk değneği ya da bastonun yardımıyla en az 3 basamak inebilir veya çıkabilir.</p> <p>3. Herhangi bir destek ya da gözetim olmaksızın en az 3 basamak inebilir veya çıkabilir.</p>				

16. Transferler: Tekerlekli sandalye-araba (arabaya yaklaşma, tekerlekli sandalyeyi kilitleme, kol ve ayak desteklerini çıkartma, arabaya binme, arabadan inme, tekerlekli sandalyeyi arabaya koyma ve arabadan çıkarma) 0.Tamamen desteğe gereksinimi vardır. 1.Kısmi desteğe ve/veya gözetime ve/veya yardımcı cihazlara ihtiyacı vardır. 2.Bağımsız olarak geçişleri yapabilir: yardımcı cihazlara ihtiyaç duymaz (veya tekerlekli sandalyeye gereksinimi yoktur).					
17. Transferler: yer-tekerlekli sandalye 0.Tamamen desteğe gereksinimi vardır.					
1.Yardımcı cihazlar kullanarak veya kullanmadan bağımsız olarak geçişleri yapabilir (veya tekerlekli sandalyeye gereksinimi yoktur).					
HAREKETLİLİK-ALT TOPLAM SKOR (0-40)					
TOPLAM OYBÖ PUANI (0-100)					

SF-36 ANKETİ

SF-36 (Short Form 36)

Adınız Soyadınız: _____

Hasta # _____

Aşağıdaki sorular sizin kendi sağlığınız hakkındaki görüşünüzü, kendinizi nasıl hissettiğinizi ve günlük aktivitelerinizi ne kadar yerine getirebildiğinizi öğrenmek amacıyla. Her hangi bir sorunun yanıtı hakkında emin değilseniz bile size en uygun yanıtı verin. Ayrıca 10 uncu sorudan sonraki boşluğa yorumlarınızı yazabilirsiniz.

1-Genel sağlık durumunuz hakkında aşağıdaki tanımlardan hangisi doğrudur? Lütfen tek bir yanıt veriniz.

Mükemmel

Çok iyi

İyi

Orta (fena değil)

Kötü

2-Bir yıl öncesi ile karşılaştırdığınızda genel sağlık durumunuzu nasıl değerlendirirsiniz?

Bir yıl öncesinden çok daha iyi

Bir yıl öncesinden biraz iyi

Hemen hemen aynı

Bir yıl öncesinden biraz daha kötü

Bir yıl öncesinden çok daha kötü

SAĞLIK VE GÜNLÜK AKTİVİTELER

3-Aşağıdaki sorular bir gün içinde yapabileceğiniz işlerle (aktivitelerle) ilgilidir.

Sağlığınız bu aktiviteleri kısıtlıyor mu? Eğer kısıtlıyorsa, ne kadar?

	Evet, çok kısıtlı	Evet, biraz kısıtlı	Hayır, hiç kısıtlı değil
a)Zorlu aktiviteler; örneğin koşma, ağır eşyaları kaldırma, zor sporlara katılma vb			
b)Orta derecede aktiviteler; örneğin bir masayı kaldırma, elektrikli süpürgeyi itme, hafif sporlara katılma vb	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c)Ağır kaldırma ve yük taşıma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d)Çok sayıda merdiven basamağını çıkma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e)Tek bir merdiven basamağını çıkma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f)Öne eğime, çömelme veya diz çökme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g)İki kilometreden çok yürüme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h)Bir kilometre yürüme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i)100 metre yürüme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j)Kendi başına banyo yapma ve giyinme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

4-Son 4 hafta içinde çalışma sırasında veya günlük aktiviteleriniz sırasında aşağıdaki problemlerden herhangi birini yaşadınız mı?

Her bir soruya evet veya hayır yanıtı verin.

	Evet	Hayır
a)Çalışma yaşamınızda veya diğer aktivitelerinizde geçirdiğiniz zamanı kısalttınız mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b)Arzu ettiğinizden daha az şey mi yaptınız?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c)Çalışma veya diğer yaptığınız işlerin çeşidinde kısıtlama yaptınız mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d)Çalışma yaşamınızda veya diğer aktivitelerinizi yapmakta güçlük çektiniz mi? (aşırı efor gösterdiniz mi?)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

5-Son 4 hafta içinde çalışma sırasında veya günlük aktiviteleriniz sırasında duygusal sorunlar nedeniyle (depresyon veya sıkıntı gibi nedenlerle) aşağıdaki problemlerden herhangi birini yaşadınız mı?

Her bir soruya evet veya hayır yanıtı verin.

	Evet	Hayır
a)Çalışma yaşamınızda veya diğer aktivitelerinizde geçirdiğiniz zamanı kısalttınız mı?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b)Arzu ettiğinizden daha az şey mi yaptınız?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c)Çalışma veya diğer aktivitelerinizi her zamanki gibi dikkatlice yapabildiniz mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

6-Son 4 hafta içinde fizik sağlığınız veya duygusal sorunlarınız sizin ailenizle, arkadaşlarınızla, komşularınızla olan sosyal ilişkilerinizi ne ölçüde etkiledi?

Lütfen tek bir yanıt veriniz.

- Hiç etkilemedi
- Çok az
- Orta derecede
- Epeyce
- Çok fazla

7-Son 4 hafta içinde ne kadar ağrınız oldu?

Lütfen tek bir yanıt veriniz.

- Hiç olmadı
- Çok az
- Az
- Orta derecede
- Çok
- Pek çok

8-Son 4 hafta içinde ağrınız sizin normal çalışmanızı ne kadar etkiledi (hem ev dışında, hem de ev işi olarak)?

Lütfen tek bir yanıt veriniz.

- Hiç etkilemedi
- Biraz etkiledi
- Orta derecede etkiledi
- Epey etkiledi
- Çok etkiledi

GENEL SAĞLIK

9-Aşağıdaki cümlelerin sizin için ne kadar doğru veya yanlış olduğunu belirtiniz.

Her bir soruya tek bir yanıt veriniz.

	Kesinlikle doğru	Çoğunluk la doğru	Emin değilim	Çoğunluk la yanlış	Kesinlikle yanlış
)Ben diğer insanlara göre daha kolay hastalanıyorum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
)Tanıdığım kişiler kadar sağlıklıyım	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
)Sağlığımın kötüleşmekte olduğunu sanıyorum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
)Sağlığım mükemmel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

DUYGULARINIZ

10-Aşağıdaki sorular duygularınızı ve son bir ay içinde nasıl olduğunuzu anlamak için düzenlenmiştir. Her bir soru için lütfen size en uygun tek bir yanıtı işaretleyin.

	Sürekli	Çoğu zaman	Epey zaman	Bazen	Ara sıra	Hiç bir zaman
a)Kendinizi yaşam dolu olarak mı hissediyorsunuz?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
b)Çok sinirli biri mi oldunuz?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
c)Kendinizi lağım çukuruna düşmüş gibi hissettiğiniz ve hiçbir şeyin moralinizi düzeltemeyeceğini düşündüğünüz oldu mu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d)Kendinizi sakin ve barışçı hissettiniz mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
e)Çok enerjik oldunuz mu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
f)Kendinizi kalbi kırık ve üzgün hissettiniz mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
g)Kendinizi yıpranmış hissettiniz mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
h)Mutlu bir insan oldunuz mu?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
i)Yorgunluk hissettiniz mi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
j)Sağlığınız sosyal aktivitelerinizi sınırladı mı? (arkadaşları veya yakın akrabaları ziyaret etmek gibi)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>