



**T.C.**

**SAĞLIK BAKANLIĞI**

**ANKARA İLİ 1. BÖLGE KAMU HASTANELERİ BİRLİĞİ**

**GENEL SEKRETERLİĞİ**

**SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ**

**ANKARA FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON  
EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ**

**Eğitim Görevlisi: Doç. Dr. Halil UÇAN**

**Program Yöneticisi - Eğitim Sorumlusu: Prof. Dr. Murat ERSÖZ**

**SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA ALT EKSTREMİTE  
ROBOTİK REHABİLİTASYON TEDAVİSİNİN SPASTİSİTE VE  
ELEKTROFİZYOLOJİK BİLEŞENLERİ İLE FONKSİYONEL  
BAĞIMSIZLIK ÜZERİNE ETKİSİ**

**Dr. Yağmur POLAT**

**UZMANLIK TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI**

**Doç. Dr. Nilüfer Kutay ORDU GÖKKAYA**

**ANKARA – 2017**

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve engin tecrübelerinden faydalandığım, her zaman ve her konuda desteğini yanımda gördüğüm, birlikte çalışmaktan onur duyduğum, çok değerli hocam Doç. Dr. Halil UÇAN'a,

Asistanlık hayatım boyunca bilgisini, yardımını, iyi niyet ve hoşgörüsünü benden esirgemeyen, bu tezin oluşmasında her aşamada büyük katkı sunan sevgili tez danışmanım Doç. Dr. Nilüfer Kutay ORDU GÖKKAYA'ya,

Eğitimimiz sırasında bize uygun koşulları sağlayan hastane yönetici başhekimimiz Doç. Dr. Kurtuluş KÖKLÜ, idari sorumlumuz Doç. Dr. Ebru ALEMDAROĞLU ve eğitim sorumlumuz Prof. Dr. Murat ERSÖZ'e,

Asistanlık sürecinde eğitimime katkılarından ötürü sevgili hocalarım Doç. Dr. Ebru ALEMDAROĞLU, Doç. Dr. Meltem ARAS, Doç. Dr. Dilek KARAKUŞ'a,

Bilgi ve tecrübeleri, sıcak ve yardımsever yaklaşımlarıyla asistanlık hayatımı kolaylaştıran Dr. Öznur KUTLUK, Dr. Gülşah KARATAŞ, Dr. Halise Hande GEZER, Dr. Emine Esra BİLİR'e,

Çalışma prensipleri ve eğitimci kişilikleri ile mesleğimize ve eğitimimize olan katkılarından dolayı Ankara Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Eğitim ve Araştırma Hastanesi'ndeki tüm değerli hocalarıma,

Asistanlığımın ilk yılında bana sonsuz destek olan, arkadaşlıkları ile beni mutlu eden sevgili dostlarım Dr. Dudu ÇELİK TAM, Dr. Serhat ERGÜL, Dr. Rıfat DOĞANÖZ, Dr. Ali Nail DEMİR ve Dr. Olcay İLGÜ'ye,

Yoğun iş temposu içinde birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum gerek mezun olan gerekse asistanlık eğitimi devam eden değerli doktor arkadaşlarıma,

Yardımlarıyla iş yoğunluğumuzu hafifleten hastanemizin fizyoterapist, hemşire, tıbbi sekreter ve yardımcı sağlık personeline,

Hayatım boyunca sevgilerini ve sonsuz desteklerini hissettiğim, bana tüm imkanları sunan, en zor zamanlarımda yanımda olan sevgili annem, babam ve kardeşlerime,

Asistanlık hayatımın ilk gününden itibaren sabır ve desteğini benden esirgemeyen, her koşulda sevgisi ve iyi niyeti ile yanımda olan, yanında olmaktan mutluluk duyduğum sevgili eşim Dr. Fatih POLAT'a

En içten teşekkürlerimi sunarım...

Dr. Yağmur POLAT

# İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

|                                                            |     |
|------------------------------------------------------------|-----|
| TEŞEKKÜR.....                                              | i   |
| İÇİNDEKİLER .....                                          | ii  |
| KISALTMALAR .....                                          | vi  |
| TABLolar DİZİNİ .....                                      | vii |
| ŞEKİLLER DİZİNİ.....                                       | ix  |
| RESİMLER DİZİNİ.....                                       | x   |
| 1. GİRİŞ VE AMAÇ .....                                     | 1   |
| 2. GENEL BİLGİLER .....                                    | 2   |
| 2.1. Serebral Palsi .....                                  | 2   |
| 2.1.1. Tanım ve Tarihçe .....                              | 2   |
| 2.1.2. Epidemiyoloji.....                                  | 2   |
| 2.1.3. Etiyoloji ve Risk Faktörleri.....                   | 3   |
| 2.1.4. Nöropatoloji .....                                  | 4   |
| 2.1.5. Tanı .....                                          | 6   |
| 2.1.6. Sınıflandırma .....                                 | 8   |
| 2.1.6.1. Motor anormallikler .....                         | 9   |
| 2.1.6.2. Eşlik eden bozukluklar.....                       | 10  |
| 2.1.6.3. Anatomik ve nörolojik görüntüleme bulguları ..... | 10  |
| 2.1.6.4. Sebep ve zamanlama.....                           | 10  |
| 2.1.7. Serebral Palsi Tipleri .....                        | 11  |
| 2.1.7.1. Spastik tip .....                                 | 11  |
| 2.1.7.2. Diskinetik tip.....                               | 11  |
| 2.1.7.3. Ataksik tip.....                                  | 12  |
| 2.1.7.4. Mikst (Karma) tip .....                           | 12  |
| 2.1.8. Serebral Palsili Çocuğun Değerlendirilmesi.....     | 12  |
| 2.1.8.1. Anamnez .....                                     | 13  |
| 2.1.8.2. Nörolojik muayene .....                           | 13  |
| 2.1.8.2.1. Motor gelişim .....                             | 13  |
| 2.1.8.2.2. Primitif Refleksler .....                       | 14  |

|            |                                                                                                                       |    |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.8.2.3. | Postüral refleksler.....                                                                                              | 15 |
| 2.1.8.2.4. | Tonus ve postür anomalileri.....                                                                                      | 15 |
| 2.1.8.3.   | Kas iskelet sistemi muayenesi .....                                                                                   | 15 |
| 2.1.8.3.1. | Kas gücü muayenesi.....                                                                                               | 16 |
| 2.1.8.3.2. | Kas tonusu değerlendirilmesi.....                                                                                     | 17 |
| 2.1.8.3.3. | Alt ekstremité muayenesi.....                                                                                         | 19 |
| 2.1.8.3.4. | Üst ekstremité muayenesi .....                                                                                        | 25 |
| 2.1.8.3.5. | Omurga muayenesi.....                                                                                                 | 25 |
| 2.1.8.4.   | Oturma muayenesi .....                                                                                                | 26 |
| 2.1.8.5.   | Yürüyüşün değerlendirilmesi.....                                                                                      | 26 |
| 2.1.8.6.   | Fonksiyonel değerlendirmeler .....                                                                                    | 27 |
| 2.1.8.6.1. | Kaba motor fonksiyon sınıflandırma sistemi (KMFSS) (Gross motor function measure classification system (GMFCS)) ..... | 27 |
| 2.1.8.6.2. | Kaba motor fonksiyon ölçütü-88 (KFMF-88) (Gross motor function measure-88 (GMFM-88)).....                             | 29 |
| 2.1.8.6.3. | Pediyatrik özürölülük değerdendirilmesi (Pediyatrik evaluation of disability inventory) (PEDI).....                   | 29 |
| 2.1.8.6.4. | Fonksiyonel mobilite skalası (Functional mobility scale) (FMS).....                                                   | 29 |
| 2.1.8.6.5. | Manual ability classification system (MACS) (El becerileri sınıflandırma sistemi) .....                               | 30 |
| 2.1.8.6.6. | Bimanuel fine motor function (BFMF).....                                                                              | 30 |
| 2.1.8.6.7. | Pediyatrik fonksiyonel bağımsızlık ölçütü (PFBÖ) (WeeFIM).....                                                        | 31 |
| 2.1.9.     | Serebral Palsiye Eşlik Eden Problemler .....                                                                          | 32 |
| 2.1.9.1.   | Epilepsi .....                                                                                                        | 32 |
| 2.1.9.2.   | Kognitif bozukluklar.....                                                                                             | 32 |

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| 2.1.9.3. Oral motor fonksiyon problemleri .....                | 33 |
| 2.1.9.4. Salya akması .....                                    | 33 |
| 2.1.9.5. Gastrointestinal sistem problemleri .....             | 34 |
| 2.1.9.6. Konuşma problemleri .....                             | 34 |
| 2.1.9.7. Davranış problemleri .....                            | 34 |
| 2.1.9.8. Görme problemleri.....                                | 35 |
| 2.1.9.9. İşitme problemleri.....                               | 35 |
| 2.1.9.10. Diş problemleri .....                                | 35 |
| 2.1.9.11. Solunum problemleri .....                            | 36 |
| 2.1.9.12. Üriner problemler .....                              | 36 |
| 2.1.9.13. Ağrı .....                                           | 37 |
| 2.1.9.15. Osteoporoz .....                                     | 37 |
| 2.1.9.16. Spastisite .....                                     | 37 |
| 2.1.9.16.1. Tanım .....                                        | 37 |
| 2.1.9.16.2. Patofizyoloji .....                                | 38 |
| 2.1.9.16.3. Klinik görünüm .....                               | 41 |
| 2.1.9.16.4. Spastisitenin değerlendirilmesi .....              | 42 |
| 2.1.10. Serebral Palside Tedavi Yöntemleri .....               | 51 |
| 2.1.10.1. Spastisite tedavisi.....                             | 52 |
| 3. GEREÇ VE YÖNTEM .....                                       | 64 |
| 3.1. Hasta Seçimi .....                                        | 64 |
| 3.2. Hasta Değerlendirilmesi .....                             | 67 |
| 3.2.1. Anamnez .....                                           | 67 |
| 3.2.2. Kas İskelet Sistemi Muayenesi ve Nörolojik Muayene..... | 67 |
| 3.2.3. Fonksiyonel Değerlendirme.....                          | 68 |
| 3.2.3.1. Kaba motor fonksiyon sınıflama sistemi (KMFSS)        |    |
| .....                                                          | 68 |
| 3.2.3.2. Pediatrik fonksiyonel bağımsızlık ölçeği (PFBÖ)       |    |
| (WeeFIM) .....                                                 | 74 |
| 3.3. Elektrofizyolojik Ölçümler.....                           | 75 |
| 3.4. İstatistiksel Yöntem .....                                | 77 |
| 4. BULGULAR.....                                               | 78 |

|                   |     |
|-------------------|-----|
| 5. TARTIŞMA ..... | 93  |
| 6. SONUÇLAR ..... | 102 |
| ÖZET .....        | 105 |
| SUMMARY .....     | 107 |
| KAYNAKÇA .....    | 109 |



## KISALTMALAR

|              |                                                  |
|--------------|--------------------------------------------------|
| <b>SP</b>    | : Serebral palsi                                 |
| <b>SSS</b>   | : Santral sinir sistemi                          |
| <b>SCPE</b>  | : Surveillance of Cerebral Palsy in Europe       |
| <b>BT</b>    | : Bilgisayarlı tomografi                         |
| <b>MRG</b>   | : Manyetik rezonans görüntüleme                  |
| <b>KMFSS</b> | : Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi     |
| <b>BFMF</b>  | : Bimanuel Fine Motor Function                   |
| <b>MACS</b>  | : Manual Ability Classification System           |
| <b>SMK</b>   | : Selektif motor kontrol                         |
| <b>MAS</b>   | : Modifiye Ashworth Skalası                      |
| <b>MTS</b>   | : Modifiye Tardieu Skalası                       |
| <b>KMFÖ</b>  | : Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü                    |
| <b>PEDI</b>  | : Pediatric Evaluation of Disability Inventory   |
| <b>FMS</b>   | : Functional Mobility Scale                      |
| <b>PFBÖ</b>  | : Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği       |
| <b>FBÖ</b>   | : Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği                 |
| <b>UDS</b>   | : Uniform Data System for Medical Rehabilitation |
| <b>DSÖ</b>   | : Dünya Sağlık Örgütü                            |
| <b>ÜMN</b>   | : Üst motor nöron                                |
| <b>EMG</b>   | : Elektromyografi                                |
| <b>EHA</b>   | : Eklem hareket açıklığı                         |
| <b>VKİ</b>   | : Vücut kitle indeksi                            |
| <b>GİS</b>   | : Gastrointestinal sistem                        |
| <b>MR</b>    | : Mental retardasyon                             |
| <b>BOS</b>   | : Beyin omurilik sıvısı                          |
| <b>GABA</b>  | : Gama-aminobutirik asit                         |

## TABLÖLAR DİZİNİ

### Sayfa No:

|                    |                                                                                                               |    |
|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 2.1.</b>  | SerebralPalsi ile ilişkili risk faktörleri.....                                                               | 4  |
| <b>Tablo 2.2.</b>  | Primitif reflekslerin kaybolma ayları .....                                                                   | 14 |
| <b>Tablo 2.3.</b>  | Boyd&Graham Testi .....                                                                                       | 16 |
| <b>Tablo 2.4.</b>  | Modifiye Trost Testi .....                                                                                    | 17 |
| <b>Tablo 2.5.</b>  | Ashworth Skalası .....                                                                                        | 18 |
| <b>Tablo 2.6.</b>  | Modifiye Ashworth Skalası.....                                                                                | 18 |
| <b>Tablo 2.7.</b>  | Modifiye Tardieu Skalası.....                                                                                 | 19 |
| <b>Tablo 2.8.</b>  | Kognitif Bozukluk Sınıflaması .....                                                                           | 33 |
| <b>Tablo 2.9.</b>  | Üst Motor Nöron Sendromu.....                                                                                 | 41 |
| <b>Tablo 2.10.</b> | İnfanlarda ve çocuklarda gastroknemius kasından ölçülen h<br>refleksi latans ve amplitüdüleri. ....           | 48 |
| <b>Tablo 2.11.</b> | Serebral palside uygulanan ortopedik girişimler.....                                                          | 58 |
| <b>Tablo 4.1.</b>  | İncelenenlerin bazı tanımlayıcı ve klinik özellikleri .....                                                   | 79 |
| <b>Tablo 4.2.</b>  | İncelenenlerin tedavi öncesi ve sonrası rehabilitasyon seviyeleri.....                                        | 81 |
| <b>Tablo 4.3.</b>  | İncelenenlerin tedavi öncesi ve sonrası Kaba Motor Fonksiyon<br>Sınıflama Sistemi düzeyleri .....             | 81 |
| <b>Tablo 4.4.</b>  | İncelenenlerin tedavi öncesi ve sonrası Boyd&Graham<br>Skalasına göre selektif motor kontrol seviyesi.....    | 82 |
| <b>Tablo 4.5.</b>  | İncelenenlerin tedavi öncesi ve sonrası Modifiye Trost<br>Skalasına göre selektif motor kontrol seviyesi..... | 83 |
| <b>Tablo 4.6.</b>  | İncelenenlerin tedavi öncesine göre tedavi sonrası spastik<br>durumdaki değişim.....                          | 84 |
| <b>Tablo 4.7.</b>  | İncelenenlerin tedavi öncesi ve tedavi sonrası Modifiye<br>Ashworth Skalası skorunun dağılımı .....           | 84 |
| <b>Tablo 4.8.</b>  | İncelenenlerin tedavi öncesine göre tedavi sonrası kontraktür<br>durumdaki değişim.....                       | 85 |
| <b>Tablo 4.9.</b>  | Tedavi öncesi ve sonrası arasında popliteal açılarının ve PFBÖ<br>skorunun dağılımı.....                      | 85 |

|                                                                                                                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 4.10.</b> Tedavi öncesi ve sonrası arasında Hoffman (H) refleksi latansı ve amplitüdü ve H/M oranının dağılımı.....                                                                                                     | 86 |
| <b>Tablo 4.11.</b> Ortopedik girişim yapılan ve yapılmayanlar arasında tedavi öncesi ve tedavi sonrası popliteal açılarının, Hoffman (H) refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranının ve PFBÖ skorunun dağılımı .....          | 87 |
| <b>Tablo 4.12.</b> Ortopedik girişim yapılan ve yapılmayanlar arasında tedavi öncesi ve tedavi sonrası popliteal açılarının, Hoffman (H) refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranı ve PFBÖ skoru farklarının dağılımı .....    | 88 |
| <b>Tablo 4.13.</b> Botulinum toksini uygulanan ve uygulanmayanlar arasında tedavi öncesi ve tedavi sonrası popliteal açılarının, Hoffman (H) refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranının ve PFBÖ skorunun dağılımı.....       | 89 |
| <b>Tablo 4.14.</b> Botulinum toksini uygulanan ve uygulanmayanlar arasında tedavi öncesi ve tedavi sonrası popliteal açılarının, Hoffman (H) refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranı ve PFBÖ skoru farklarının dağılımı..... | 90 |
| <b>Tablo 4.15.</b> Botulinum toksini uygulanma durumları arasında tedavi öncesi ve tedavi sonrası popliteal açılarının, Hoffman (H) refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranının ve PFBÖ skorunun dağılımı.....                | 91 |
| <b>Tablo 4.16.</b> Botulinum toksini uygulanma durumları arasında tedavi öncesi ve tedavi sonrası popliteal açılarının, Hoffman (H) refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranı ve PFBÖ skoru farklarının dağılımı .....         | 92 |
| <b>Tablo 4.17.</b> Yaş, tanı yaşı, VKİ ile popliteal açısı, H amplitüdü, H latansı, H/M oranı ve PFBÖ skorundaki değişim miktarı arasındaki ilişki .....                                                                         | 92 |

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No:

|             |                                                                                |    |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1.  | Primer motor bozukluğun tanımlanması .....                                     | 7  |
| Şekil 2.2.  | Serebral Palsi Sınıflandırması .....                                           | 8  |
| Şekil 2.3.  | Thomas testi .....                                                             | 20 |
| Şekil 2.4.  | Staheli Testi.....                                                             | 20 |
| Şekil 2.5.  | Duncan-Ely Testi.....                                                          | 21 |
| Şekil 2.6.  | Anteroposterior kalça grafisinde kalçanın radyografik<br>değerlendirmesi ..... | 23 |
| Şekil 2.7.  | Popliteal açı ölçümü .....                                                     | 23 |
| Şekil 2.8.  | Posterior kapsüler gerginliğe bakılması .....                                  | 24 |
| Şekil 2.9.  | Silfverskiöld testi.....                                                       | 25 |
| Şekil 2.10. | H refleksi ve M yanıtı.....                                                    | 47 |

## RESİMLER DİZİNİ

**Sayfa No:**

**Resim 3.1.** RoboGait ile yürüme egzersizlerinin hasta üzerinde uygulanması ..... 66

**Resim 3.2.** H refleksi çalışması ..... 76



## 1. GİRİŞ VE AMAÇ

Çocukluk çağının en sık görülen özürlülük nedenlerinden olan serebral palsi (SP), gelişmekte olan fetüs ya da infant beyinde progresif olmayan bir lezyon sonucu gelişen ancak yaşla değişebilen, aktivite kısıtlılığına neden olan, kalıcı motor işlev, postür ve hareket gelişim bozukluğudur. Bu motor bozukluğa duysal, bilişsel, iletişim, algılama, epilepsi, davranış bozuklukları ve ikincil kas iskelet sorunları eşlik edebilir (4).

Altta yatan beyin hasarının onarımı anlamına gelen küratif tedavi SP için henüz mevcut değildir. Bu nedenle bu hastaların günlük yaşamlarında bağımsızlık kazanabilmesi ve temel sorun olan motor bozukluğa eşlik eden ikincil problemlerin önlenmesine yönelik, doğumdan başlayarak yaşam boyu devam edecek yoğun bir rehabilitasyon programı gereklidir.

SP’de uygulanan tedavi ve rehabilitasyon yöntemleri fizyoterapi, iş-uğraşı terapisi, medikal tedavi, psikolojik tedavi, özel eğitim, robotik rehabilitasyon, ortezleme, ortopedik ve nöroşirürjik girişimler olarak özetlenebilir. Nörobilimdeki son gelişmeler; düzenli, yoğun, tekrarlayıcı ve göreve spesifik egzersizlerin beyinde plastisiteyi artırdığını göstermiştir. Bu nedenle SP’li çocukların işlevsel becerilerini iyileştirmek ve geliştirmek için robot yardımlı yürüme tedavisinin etkili bir araç olabileceği düşünülmektedir (125, 146).

SP’de motor bozukluğun önemli bir komponenti olan spastisite; fonksiyonel durumu bozan, engelliliği artıran, bağımsızlığı engelleyen ve tedavi açısından klinisyeni zorlayan bir durumdur. Son yıllarda robotik rehabilitasyonun yaygınlaşması ile tekrarlayıcı, göreve spesifik hareketlerin spastisite üzerinde etkili olabileceği vurgulanmaktadır. Ancak serebral palside robotik rehabilitasyonun spastisite üzerine etkisini inceleyen çalışma sayısı kısıtlıdır.

Bu çalışmada amacımız, yatarak rehabilitasyon programına alınan alt ekstremitte kaslarında spastisitesi olan SP’li çocuklar hastalarda konvansiyonel fizik tedaviye ek olarak uygulanan alt ekstremitte robotik rehabilitasyon tedavisinin spastisiteye ve fonksiyonel durum üzerine etkisini araştırmaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Serebral Palsi

#### 2.1.1. Tanım ve Tarihçe

Serebral Palsi (SP), çocukluk çağının en yaygın görülen ve en fazla nörolojik yetersizliğe sebep olan nörolojik hastalığıdır (1). Tanımlanması ilk olarak 19. yüzyılın ortalarında William Little tarafından yapılmış ve sonrasında serebralpalsiliteratürde ve tıp kitaplarında önemli ölçüde yer bulmuştur. 19. yüzyılın sonlarında Osler ve Sigmund Freud da SP konusunda önemli katkılar sağlamışlardır (2).

20. yüzyılda Phelps, Mac Keith, Polani, Bax, Ingram gibi birçok çalışmacı SP'nin tanımlaması ve sınıflandırması üzerinde çalışmış olup 1964 yılında Bax'ın yaptığı "immatür beynin bir lezyonu ya da defektine bağlı olarak ortaya çıkan hareket ve postür bozukluğu" tanımlaması klasik ve en sık kullanılan tanımlamalardan biridir (2,3).

SP tanımı son yıllarda yeniden gözden geçirilmiş ve "serebralpalsi, gelişmekte olan fetüs ya da infant beyninde ilerleyici olmayan bir hasara bağlı olarak gelişen ancak yaşla değişebilen, aktivite limitasyonuna neden olan, postür ve hareket gelişiminin bir grup kalıcı bozukluğudur; bu motor bozukluğaduyusal ve algısal problemler, kognitif bozukluklar, iletişimsel ve davranışsal problemler, epilepsi ve ikincil kas-iskelet sistemi sorunları eşlik edebilir" şeklinde kabul edilmiştir (4).

Tanımdaki beyin terimi serebrum, serebellum ve beyin sapını kapsamaktadır. SP'ye neden olan bozukluk, etkilenmiş fonksiyon gelişmeden önce meydana gelir. Kazanılmış becerilerin kaybına sebep olan tüm ilerleyici durumlar dışlanır. SP'ye neden olan beyin hasarı için kesin bir yaş sınırı olmamakla birlikte yaşamın ilk 2-3 yılı daha önemlidir (4).

#### 2.1.2. Epidemiyoloji

SP, çocukluk çağının en önde gelen özürlülük nedenlerindendir. SP'nin nedeni ve sıklığı zamanla değişiklik göstermekle beraber pek çok toplumda ortalama 1000 canlı doğumda 1,5-3 olarak bildirilmektedir (5,6). 2013 yılında yapılan kapsamlı bir çalışmada, SP insidansı her 1000 canlı doğumda 2-3 olarak belirlenmiştir (7).

Türkiye’de yapılan bir çalışmada ise 2 ile 16 yaş arasındaki çocuklarda SP sıklığı 1000 canlı doğumda 4.4 bulunmuştur (8). Türkiye’de bu sayının diğer ülkelere kıyasla daha fazla olmasının sebepleri; akraba evlilikleri, hamilelik döneminde geçirilen rahatsızlıkların fazla olması, doğum şartlarının olumsuzluğu, bebek bakım hizmetlerinin yetersizliği, erken çocukluk döneminde bebeklerde bulaşıcı ve ateşli hastalıkların fazlalığı ve beslenme yetersizliği olarak sıralanabilir (8,9).

### **2.1.3. Etiyoloji ve Risk Faktörleri**

SP’ye neden olan beyin hasarı prenatal, perinatal ve postnatal dönemde oluşabilir. Prenatal dönem son menstrasyonun ilk gününden doğum başlangıcına kadar olan süreyi, perinatal dönem doğum eyleminin başlangıcı ve doğumdan sonraki 1 haftayı, postnatal dönem ise doğumdan itibaren miyelinizasyonun meydana geldiği 2,5- 3 yaşa kadarki beyin maturasyonu dönemini kapsar.

Beyin hasarında birçok etiyolojik faktör rol oynayabildiği halde çoğu vakada esas nedeni bulmak zor olabilir (5,10,11). Hastaların %30’unda herhangi bir risk faktörü bulunamaz. SP’nin yaklaşık %75-80’i prenatal %10’dan azı perinatal ve %10-20’si postnatal dönemde oluşan nedenlere bağlı olarak ortaya çıkar. Ancak prenatal dönemdeki olguların büyük çoğunluğunda sebep belirlenememektedir (5). Perinatal dönemde asfiksi bazı olgularda karşımıza çıksa da prematürite ve düşük doğum ağırlığı en önemli risk faktörleridir (5,10-12).

Avustralya’da yapılan bir çalışmada SP tanısı konulmuş 213 olgunun %98’in de akut intrapartum hipoksinin dışında SP ile alakalı başka bir majör patoloji saptanmış, bazı olgularda da birden fazla neden gözlenmiştir. Bunların %78’inde prematürite, %34’ünde intrauterin gelişme geriliği, %28’inde intrauterin enfeksiyon, %27’sinde antepartum kanama, %21’inde ciddi plasental patoloji, %20’de çoklu doğum saptanmıştır (13).

Serebral palsi oluşumundaki risk faktörleri Tablo 2.1’de gösterilmiştir (2, 5, 12, 14-16).

**Tablo 2.1.** Serebral Palsi ile ilişkili risk faktörleri

| <b>Prenatal nedenler</b>               | <b>Perinatal nedenler</b>                                                                                                                       | <b>Postnatal nedenler</b>                                                       |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| - Konjenitalmalformasyonlar            | - Prematurite<36 hafta                                                                                                                          | -Travma                                                                         |
| - Sosyoekonomik faktörler              | - Düşük doğum ağırlığı (<2500gr)                                                                                                                | -Enfeksiyon (Ensefalit, menenjit, sepsis, abse)                                 |
| - İntrauterinenfeksiyonlar             | -Büyüme geriliği                                                                                                                                | İntrakranial kanama                                                             |
| - Reprodüktif yetersizlikler           | - Zor/müdahaleli doğum                                                                                                                          | Koagulopatiler                                                                  |
| - Toksik veyateratojen ajanlar         | - Anormal geliş                                                                                                                                 | -Nöbetler                                                                       |
| - İlk trimesterde radyasyona maruziyet | - İntrakranial kanama                                                                                                                           | - Arteriovenözmalfomasyonlar                                                    |
| - Maternalmentalretardasyon            | - Travma                                                                                                                                        | - Anoksi (Karbonmonoksit zehirlenmesi, suda boğulma, yiyecek aspirasyonu)       |
| - Maternal epilepsi                    | - Enfeksiyon                                                                                                                                    | - İnflamatuvar-immünolojik nedenler (Sistemik lupuseritematozus, reye sendromu) |
| - Maternalhipertiroidi                 | - Bradikardi                                                                                                                                    |                                                                                 |
| - Maternalkardiak hastalık             | - Konvulziyonlar                                                                                                                                |                                                                                 |
| - Maternal hipertansiyon               | - Hiperbilirubinemi                                                                                                                             |                                                                                 |
| - Maternalmetabolik hastalıklar        | - Hipoksi                                                                                                                                       |                                                                                 |
| - Akraba evliliği                      | - Anoksi(Respiratuardistres sendromu, mekanik obstrüksiyon, doğum eyleminin uzun sürmesi, kordon dolanması, plasenta previa, yenidoğan anemisi) |                                                                                 |
| - Çoğul gebelik                        |                                                                                                                                                 |                                                                                 |
| - Rh uyumsuzluğu                       |                                                                                                                                                 |                                                                                 |
| - Plasentakomplikasyonlar              |                                                                                                                                                 |                                                                                 |
| - Abdominaltravma                      |                                                                                                                                                 |                                                                                 |
| - Prenatal beyin kanaması              |                                                                                                                                                 |                                                                                 |

#### **2.1.4. Nöropatoloji**

Serebral palsy ile ilgili santral sinir sistemi (SSS) lezyonları; hemoraji, spinal kord ya da serebrumun mekanik olarak zedelenmesi, ağır SSS hipoksisi, serebral

korteks hipoksisi, hücre nekrozu ile sonuçlanan reversibl veya irreversibl iskemiye sekonder oluşan serbest radikaller veya hipoksi sonucu gelişmiş hücre ölümü sonucu oluşur. Üst motor nöronların hasarlanmasıyla kortikospinal ve retikülospinal yollardaki kortikal uyarı azalır ve sonuçta motor kontrol bozulur, fonksiyonel motor ünite sayısı azalır, anormal kas tonusu ve kaslarda güçsüzlük oluşur. Benzer şekilde retikülospinal yol ve diğer sistemlerdeki inhibitör uyarıların azalması, gama ve alfa nöronlardaki eksitasyonda artmaya bağlı olarak spastisite oluşturur. Ekstrapiramidal sistemin zedelenmesi sonucunda atetoz, kore, distoni veya rijidite meydana gelebilir (17).

Hipoksik iskemik patoloji genellikle 5 farklı tipte olmaktadır (5,14):

**1- Parasagital serebral hasar:** Serebral konveksitelerin superior medial ve posterior kısımlarında, bilateral beyaz cevher nekrozu gelişir. Bu bölgenin lezyonu çoğunlukla spastik kuadriplejiye yol açar.

**2- Periventriküler lökomalazi:** Preterm infantta sentrum semiovale, optik ve akustik radyasyoları etkileyen bilateral periventriküler beyaz cevher nekrozu gelişir. Hafif ve orta dereceli lezyonlarda alt ekstremitte tutulumu olurken, sentrum semiovale ve korona radyasyoya kadar lateral yayılım gösteren daha ciddi lezyonlarda üst ekstremitte tutulumu da ortaya çıkar. Klinik tablo spastik dipleji ya da spastik kuadripleji şeklindedir. Ciddi yaralanmalarda vizüel ve kognitif defisitler de klinik tabloya eklenir.

**3- Fokal ve multifokal iskemik beyin nekrozu:** Genellikle orta serebral arter etkilenir ve sol taraf tutulumu iki kat fazladır. Primer lezyonun lokalizasyonu ve büyüklüğüne bağlı olarak spastik hemipleji veya spastik kuadripleji ve konvulziyonlar görülebilir.

**4- Status marmaratus:** Nadir görülür. Bazal ganglionların nöronal yaralanmasıyla gelişir. Koreatetozla kendini gösterir.

**5- Selektif nöronal nekroz:** Hipoksik iskemik ensefalopatide en sık görülen yaralanma olup, daima diğer lezyonlara eşlik eder. Nörolojik sekel mental retardasyon ve konvulziyonlar şeklindedir. Hipoksik iskemik serebral zedelenme çoğunlukla prenatal dönemde gelişir. İskeminin zamanı lezyonun tipini etkiler:

<20 hafta nöronal migrasyon anomalisi; spastik tetra, hemi, dipleji

28-34 hafta periventriküler lökomalazi; spastik dipleji

34-40 hafta fokal/multifokal beyin hasarı; spastik tetra, hemipleji, diskinetik.

Yapılan epidemiyolojik çalışmalarda sırasıyla en sık perivenriküler lökomalazi (%19.2), yaygın gri madde hasarı (%14.6), serebral vasküler hasar (%11.7) ve serebral malformasyon (11.3%) saptanmıştır. Katılımcıların %18.8'inde non-spesifik radyolojik bulgular, 13.1%'inde normal görüntüleme saptanmıştır (18).

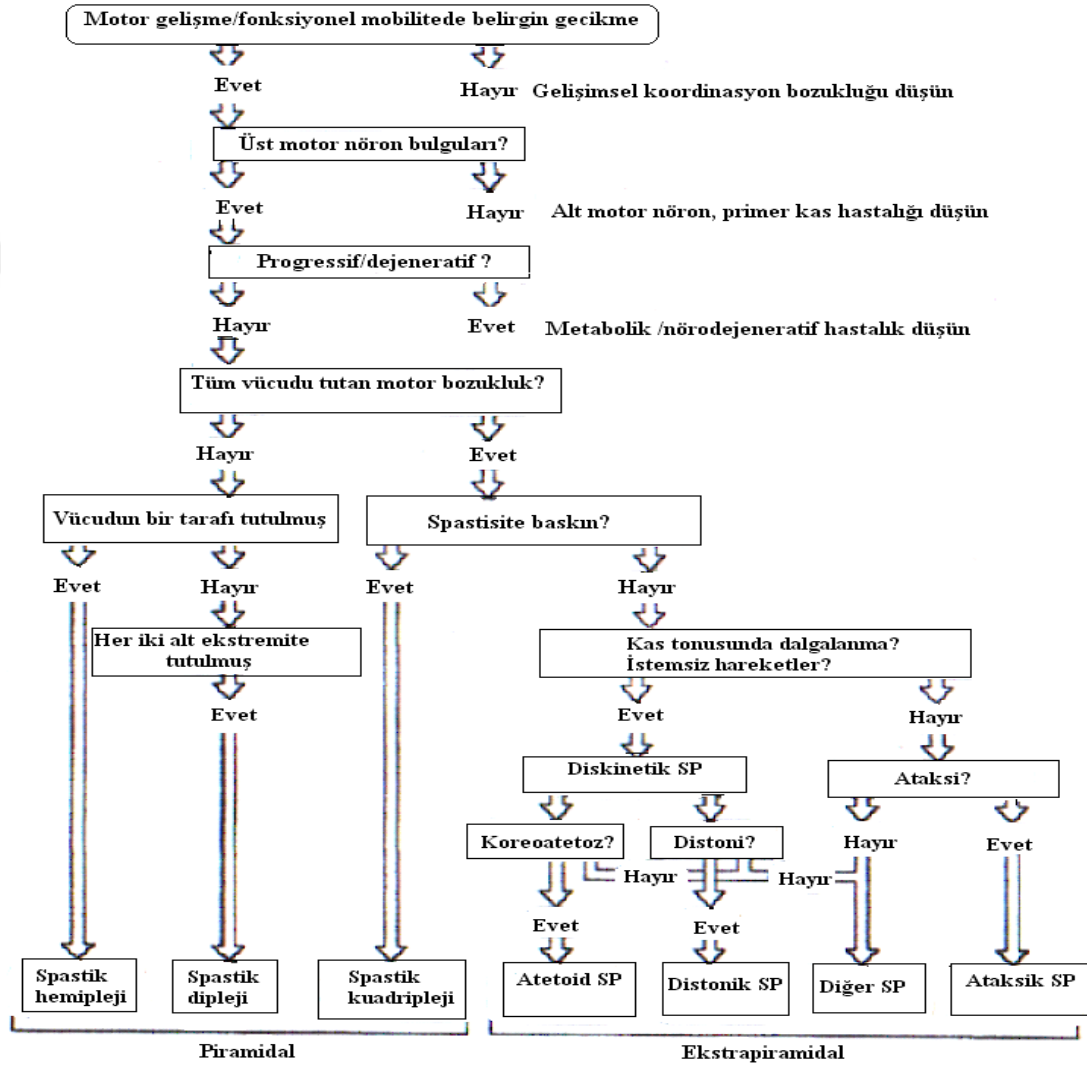
217 serebral palsili çocuğun katıldığı başka bir çalışmada ise SP tipine göre farklı etiyolojik nedenlerin olduğu, tüm tiplerde rastlanan en sık etiyolojik faktörlerin ise periventriküler lökomalazi (%24,9), intrapartum asfiksi (%21,7), serebral disgenenezis (%17,1), intrakranial hemoraji (%12,9), vasküler nedenler (%9,7) olduğu bildirilmiştir (19).

### **2.1.5. Tanı**

SP tanısı klinik bir tanıdır; anamnez, fizik ve nörolojik muayene ile konur (12). Klinik bir tanı olmasına rağmen tanıyı koymak kolay değildir, tanıyı doğrulamak için zamana ihtiyaç vardır. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE) tanıyı doğrulamak için en uygun yaşın 5 yaş olduğunu kabul etmiştir (20). Erken tanı. prematür doğan bebeklerde geçici anormallikler olabileceği için yanlış tanıya ya da hafif tek taraflı spastik vakalar veya ataksik vakalar fark edilemeyeceği için tanı atlamaya yol açabilir (4). SP'nin erken bulgularını prematür bebekler de taşıyabilirler. Bu bebeklerde gövde hipotonik olmakla birlikte 4-14 ay arasında bacaklarında tonus artışı olabilir. "Premat r n geçici distonisi" olarak adlandırılan bu durum genellikle 2 yaşında kendiliğinden çözülür (21).

Tanı için anamnezde SP risk faktörleri ayrıntılı olarak sorgulanmalı, gebelik takip kayıtları incelenmelidir. SP; motor gelişimde belirgin gecikme, primitif refleks paternlerin devamı, otomatik hareket reaksiyonlarının ve istemli motor kontrolün ortaya çıkmasının gecikmesi ile karakterizedir. Motor gelişim basamaklarında gecikme SP'nin ana bulgusudur. Bu nedenle fizik muayene ve nörolojik muayenede çocuğun motor gelişiminin kronolojik yaşı ile uyumlu olup olmadığına dikkat edilmelidir. SP tanısı çocuğun motor fonksiyonlarının detaylı analizi ve motor fonksiyonların zamanlagelişiminin izlenmesiyle konur. Erken gelişim basamakları; kaba motor, ince motor, kişisel sosyal ve dil gelişimi temelinde sorgulanmalı, bebeğin ayına göre geri olup olmadığı kontrol edilmelidir (12,21,22).

Spastisite genellikle 6 aydan önce belirlenemediği , atetoid hareketler 2 yaşa kadar belirgin olmadığı ve Babinski refleksi 2 yaşa kadar anlamlı olmadığı için 2 yaşından önce SP tanısı koymak zordur (14,21,23). 1-2 yaşlarında üst motor nöron sendromunun bulgularının ortaya çıkması da tanı koymayı kolaylaştırır ve primer motor bozukluğun tanımlanması ile subtip belirlenir (Şekil 2.1) (21).



Şekil 2.1. Primer motor bozukluğun tanımlanması

Progresif nörolojik hastalıklardan şüphelenilmezse, anamnez ve fizik muayene ile SP tanısı çoğunlukla konur. Laboratuvar ve görüntüleme yöntemleri ile tanı konmaz. Kan testleri ve görüntüleme yöntemleri ayırıcı tanı açısından önemlidir (12). Laboratuvar testlerinde; SP'ye spesifik bir test yoktur. Diğer çocukluk çağı metabolik

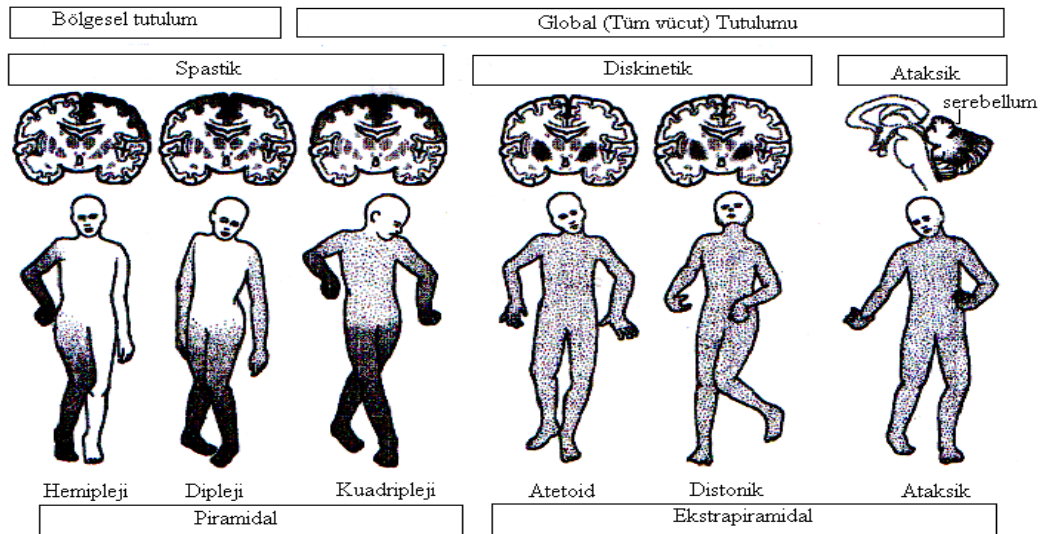
hastalıklarını dışlamak için serum glukoz, amonyak, laktat, piruvat, aminoasid analizi, üriner organik asid analizi, arteriyel asit-baz durumu değerlendirilmelidir (24).

SP etiyolojisini belirlemede santral sinir sisteminin görüntülenmesi önemli bir yer edinmiştir. Santral sinir sistemindeki patoloji BT ile %77, MRG ile %89 oranında gösterilir (4). Lezyonun morfolojisi hasar anındaki beyin maturasyonuna bağlıdır. MRG normal nöro-gelişimsel evrelere dayanarak, beynin hasarlandığı zamanı tahmin etmede de kullanılabilir (25). Patolojinin paternini belirlemede en önemli faktör hasarın zamanı olmasına rağmen, hasarın süresi ve ciddiyeti diğer önemli faktörlerdir.

Çevresel veya biyolojik risk faktörleri nedeniyle birçok dezavantaja sahip bu çocukların fiziksel, kognitif ve emosyonel kaynak sınırlarının korunabilmesi ya da olabildiğince az zararla hayatlarına devam edebilmesi açısından erken tanı çok önemli ve gereklidir (26).

#### 2.1.6. Sınıflandırma

Serebral palsy tanımı oldukça geniş bir klinik prezentasyonu ve farklı seviyelerde aktivite kısıtlılığını içerdiğinden zaman içerisinde olguların kategorize edilmesi ihtiyacı doğmuştur. Geleneksel sınıflandırma modelleri başlıca tutulan ekstremitte dağılımına (hemipleji, dipleji, kuadripleji) ve baskın olan tonus veya hareket bozukluğuna (örneğin spastik veya diskinetik) odaklanmıştır (Şekil 2.2) (21).



Şekil 2.2. Serebral Palsi Sınıflandırması

Avrupa SP araştırma grubu (SCPE) tonus ve hareket anormalliğinin baskın tipine göre serebral palsiyi spastik (unilateral veya bilateral), diskinetik (distonik veya koreo-atetoid) ve ataksik olarak üç ana gruba ayırmıştır. Spastisite ile diskinezi ve/veya ataksi beraberliğini mikst olarak gruplandırmıştır. SCPE geleneksel sınıflamada kullanılan hemipleji/dipleji/kuadripleji kavramları yerine spastik SP vakalarını unilateral veya bilateral olarak ikiye ayırmaktadır. Bilateral spastik SP'ler kollar/bacaklar dominant, dipleji/kuadripleji, 2 ekstremitte, 3 ekstremitte, 4 ekstremitte dominant olarak subgruplara ayrılmaz. Aynı zamanda unilateral ve bilateral SP'yi tam olarak tanımlayabilmek için alt ve üst ekstremitte motor fonksiyonlarının bildirilmesi önerilmektedir. Alt ekstremitte motor fonksiyonları Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi (KMFSS) ile, üst ekstremitte motor fonksiyonları ise Bimanual Fine Motor Function (BFMF) ile skorlanır. SCPE'nin spastik tip SP sınıflamasına örnek verilecek olursa; bilateral spastik SP'li bir çocuk KMFSS seviye IV ve BFMF seviye II, unilateral spastik SP'li bir çocuk KMFSS seviye II ve BFMF seviye I olarak skorlanabilir (4). Ancak araştırmalarda ve klinik pratikte dipleji ve tetrapleji terimleri hala çok yaygın olarak kullanılmaktadır.

2006 Nisan ayında yapılan uluslararası katılımlı bir toplantıda SP sınıflaması baştan değerlendirilmiş ve komponentleri dört ana başlık altında toplanmıştır (4).

#### **2.1.6.1. Motor anormallikler**

**a. Motor bozukluğun doğası ve tipi:** Spastisite, ataksi, distoni, atetoz gibi tanı konmuş hareket bozuklukları yanı sıra, gözlenen tonus anormallikleri muayenede değerlendirilir (örneğin hipertoni, hipotoni). SCPE'nin benimsediği sınıflandırma sisteminde SP baskın olan nöromotor anormalliğe göre spastik, diskinetik (distoni ve koreo-atetozla ayrılabilir) ve ataksik olarak üçe ayrılır. Anormal kas tonusu yada istemsiz hareketler dominant olmadığında mikst tip olarak gruplandırılır. 2001 NINDS toplantısında tavsiye edildiği gibi mikst teriminin bileşenleri ayrıntılı olarak belirtilmelidir.

**b. Fonksiyonel motor yetenekler:** Üst ve alt ekstremitte fonksiyonları, oromotor ve konuşma fonksiyonları ayrı ayrı objektif ölçekler kullanılarak değerlendirilmelidir. Ambulasyon fonksiyonunun anahtarı olarak kullanılan KMFSS skalasında fonksiyonel mobilite ve aktivite limitleri temel alınarak SP'li vakalar 5

seviyeye ayrılır. SP de üst ekstremitte fonksiyonunu değerlendirmek için KMFSS'ye paralel bir klasifikasyon ölçeği olan BFMF (Bimanuel Fine Motor Function Scale) geliştirilmiştir. El ve kol fonksiyonlarını değerlendirmek için MACS (Manuel Ability Classification System) da kullanılabilir. Bulbar ve oromotor fonksiyonlarla ilişkili aktivite limitasyon skalası yoktur, ancak tutulumun varlığı ve şiddeti kaydedilmelidir.

#### **2.1.6.2. Eşlik eden bozukluklar**

Kas-iskelet sistemi problemleri ve/veya eşlik eden epilepsi, işitme kaybı (desibel olarak) ve her bir gözün görme bozukluğu veya dikkat, davranış, iletişim ve/veya kognitif kayıplar gibi motor olmayan nörogelişimsel veya duyuşsal problemlerin varlığı veya yokluğu belirtilmeli, varsa hastanın aktivitelerini engellemedeki rolü ve derecesi tanımlanmalıdır. IQ, görme ve işitme problemlerinin derecelerinin standardize yöntemlerle tanımlanması ve bunların genel kabul görmesi sağlanmalıdır.

#### **2.1.6.3. Anatomik ve nörolojik görüntüleme bulguları**

**a. Anatomik dağılım:** Farklı anatomik bölgeler göz önünde bulundurularak motor bozukluk veya limitasyonların etkilediği vücut parçası (ekstremiteler, gövde, bulbar bölge gibi) açıkça belirtilmelidir.

**b. Nöro-görüntüleme bulguları:** Amerikan Nöroloji Akademisi, tüm SP'li çocuklarda nöro-görüntüleme bulgularının elde edilmesini önermektedir. Ventriküler genişleme, beyaz cevher kaybı veya beyin anormalliği gibi MRG ya da BT'deki nöroanatomik bulgular kaydedilmelidir.

#### **2.1.6.4. Sebep ve zamanlama**

SP birçok risk faktörünün etkileşimi sonucunda oluşur ve vakaların çoğunda tanımlayıcı bir neden bulunamaz. Hasarın zamanı postnatal menenjit, kafa travması gibi açık bir neden varsa tanımlanabilir. Prenatal, perinatal ve postnatal dönemdeki anormal durumlar, SP başlangıcındaki nedeni dolaylı olarak gösterir.

## 2.1.7. Serebral Palsi Tipleri

### 2.1.7.1. Spastik tip

En sık görülen SP formudur. SP'li çocukların %70-80'i spastik tiptir (21). Stereotipik ve kısıtlı hareket paternleri, aktif ve pasif eklem hareket açıklığında azalma, artmış kas tonusu, kontraktür ve deformite gelişimine eğilim, ilkel ve tonik reflekslerin kalıcılığı ve postüral refleks mekanizmaların zayıf gelişimi ile karakterizedir. Hiperrefleksi, Babinski cevabı ve üst motor nöron sendromu bulguları vardır.

### 2.1.7.2. Diskinetik tip

Tüm vakaların yaklaşık %10-15'ini oluşturur (21). Eritroblastozis fetalis, bazal ganglion hasarı ve esas olarak perinatal asfiksi ya da şiddetli sarılık sonucu gelişir. Dizartri, disfaji ve salya akması eşlik eder. Ekstrapiramidal hareket paternleri ile karakterizedir. İstemsiz, tekrarlayıcı, kontrol edilemeyen ve nadiren stereotipik hareketler görülür. Primitif refleks paternler baskındır, kas tonusu değişkendir.

Ekstrapiramidal hareket paternleri:

**a. Atetoz:** Yavaş, kıvrımlı, istemsiz hareketlerdir. Özellikle distal ekstremitelerde görülür. Hem agonist hem antagonist kaslar aktiftir.

**b. Korea:** Ani, düzensiz, sıçrayıcı hareketlerdir. Genelde baş, boyun ve ekstremitelerde olur.

**c. Koreatetoz:** Atetozla koreiform hareketlerin kombinasyonudur. Genelde büyük amplitüdlü, istemsiz hareketlerdir.

**d. Distoni:** Yavaş, ritmik tonus değişkenliği ile seyreden hareketlerdir. Genelde gövde ve ekstremitelerin proksimalinde belirgindir (5,8,14,27).

SCPE ise diskinetik SP'yi distonik ve koreo-atetozik olarak alt gruplara ayırır:

- **Distonik tip SP;** anormal postür (hipokinezi izlenimi verebilen) ve hipertoni (tonus değişkendir, ama kolayca uyarılabilir, uyarıyla tonus artar) hakimdir. İstemsiz hareketler, çarpıtılmış istemli hareketler, ve uzun süreli kas kontraksiyonlarına bağlı yavaş rotasyon, ekstansiyon ya da vücut parçalarının fleksiyonu gibi anormal postürler gibi özellikleri mevcuttur (20).

Diskinetik SP’de spastik bozukluk bulguları görülebilir. Aynı zamanda spastik SP’de özellikle üst ekstremiteler tutulduğunda bazı distonik özellikler sıklıkla görülür, elde distonik postür vardır, ancak bu durum çocuğu diskinetik SP’nin distonik formu olarak sınıflamaya yetmez. Alt ekstremitelerde spastisitesi varlığında gövde, kollar ve yüzün distonik postürü değişebilir. Ancak diskinetik özellikler baskınsa, distonik SP denir.

- **Koreoatetoid SP;** hiperkinezi ve hipotoni (tonus değişkendir ancak esas olarak azalmıştır) ile karakterizedir. Atetoid SP’de dezorganize hareket paternleri vardır. Çoğunlukla konuşma üretme etkilenmiştir ve bir kısmında kognitif fonksiyonlar korunmuştur.

Bazı vakalarda tüm özellikler görüldüğünde subgruplara ayırmak zor olabilir, bu gibi durumlarda diskinetik SP terimi kullanılmalıdır.

#### **2.1.7.3. Ataksik tip**

Serebellumun gelişimsel defisitlerine bağlı olarak gelişir. Musküler koordinasyonda sistemli bir şekilde kayıp vardır, bu nedenle hareketler anormal güçle, ritimle ve doğrulukla yerine getirilir. Gövde ve yürüyüş ataksiktir, denge bozulmuştur, amaca yönelik hareketler az veya fazla ateşlenir. Tremor diğer yaygın bulgudur (esas olarak yavaş intansiyonel tremor). Azalmış tonus da belirgin bir özelliktir. Eşlik eden problemler nistagmus, zayıf göz takibi, gecikmiş ve zayıf artikülasyonlu konuşmadır (5, 8,14,20,27).

#### **2.1.7.4. Mikst (Karma) tip**

Ataksi ve/veya diskineziyle beraber spastisite olduğunda mikst SP formu denir. Baskın olan klinik özelliğe göre sınıflandırma yapılmalıdır. Çoğunlukla atetozla birlikte spastik dipleji görülür (5,8, 14, 20, 27).

#### **2.1.8. Serebral Palsili Çocuğun Değerlendirilmesi**

SP’li çocuğu muayene ederken hedeflerimiz; SP’yi çocukluk çağının ilerleyici nörolojik hastalıklarından ayırmak, tutulum tipini belirlemek, fonksiyonel durumu ve sekonder deformiteleri değerlendirmek, bunları göz önünde bulundurarak hastaya özgü tedavi ve takip planını çizmektir (11).

SP’li çocuğun muayenesi zordur. Hekim öncelikle hastanın ve ailenin güvenliğini kazanmalı, küçük çocukların muayenesine annesinin kucağında iken başlanmalı, çocuk ortama alıştıktan sonra muayene masasına veya yere konmalıdır.

Büyük çocuklarda mobilite ve el becerilerini değerlendirebilmek için ortamda uygun oyuncaklar bulundurulmalı, yürümeyi gözlemek için oda geniş ve ferah olmalıdır (11).

#### **2.1.8.1. Anamnez**

Çocuğun değerlendirilmesine anamnez ile başlanmalıdır. Anamnezde etiyolojik risk faktörleri, perinatal hikaye ayrıntılı olarak sorgulanmalıdır. Baş ve gövde kontrolü, dönme, emekleme, diz üstü durma gibi kaba motor fonksiyonları, ince motor hareketleri, konuşma ve dil fonksiyonları, sosyal ve kişisel becerileri irdelenmeli, ayna göre geri olup olmadığı kontrol edilmelidir. Ayrıca büyüme parametreleri (boy, kilo, kafa çevresi), beslenme şekli, kullandığı ilaçlar, konvulziyon öyküsünün olup olmadığı da sorgulanmalıdır (5,12).

Ailelerin ilk şikayeti çocuğun motor gelişimindeki gerilik olabildiği gibi ekstremitelerin asimetrik kullanımı, anormal hareket paternleri, beslenme bozukluğu da olabilir (5).

#### **2.1.8.2. Nörolojik muayene**

Ayrıntılı nörolojik muayene ile tonus anomalileri, derin tendon reflekslerinin artması, postur anomalileri, primitif reflekslerin kalıcılığı, motor gelişimde gerilik ve anormal hareket paternleri gibi tanısal bulgular ortaya konabilir (5,12,22).

##### **2.1.8.2.1. Motor gelişim**

Yenidoğan döneminde bebeğin hareketleri çoğunlukla refleksiftir. Yutkunmayla uyumlu olarak güçlü bir emme yeteneği vardır. Genel olarak fleksör tonus hakimdir.

Aktif hareketler jeneralize fakat simetriktir. Moro refleksi, palmar ve plantar yakalama ve tonik boyun refleksi gibi primitif refleksler mevcuttur (22). 3. ayda fleksör tonus azalmaya başlar, baş kontrolü gelişir. İstemli kavramagerçekleşir. 6. ayda yüzüstünden sırtüstüne dönebilir, destekli olarak kısa süreli oturabilir. Artık primitif

refleksler kaybolmuştur (22,39). 9. ayda desteksiz oturma gelişmeye başlar, resiprokal emekleyebilir. Başparmak opozisyonunun gelişmesiyle elleriyle yemek yiyebilir. 1 yaşındaki çocuk biri elinden tutarsa yürüyebilir. 18. ayda acemice koşar, alçak iskemleye oturabilir, biri elinden tutarsa merdiven çıkabilir. Üç küpü üstüste koyabilir. 2 yaşında artık rahatça koşar, tek ayağını koyarak bağımsız merdiven inip çıkabilir. 2 yaşından sonra artık motor hareketleri iyice ustalaşır.

SP’de anlatılan motor gelişim dönemlerinde gecikme mevcuttur (22,39-42).

#### 2.1.8.2.2. Primitif refleksler

Nörolojik muayenede aya göre primitif reflekslerin kaybolup kaybolmaması değerlendirilmelidir. Primitif reflekslerin kaybolma ayları Tablo 2.2’de gösterilmiştir (12).

**Tablo 2.2.** Primitif reflekslerin kaybolma ayları

| Primitif Refleksler | Kaybolma Ayı |
|---------------------|--------------|
| Emme R              | 4-5 ay       |
| Arama R             | 3-4 ay       |
| Adım atma R         | 2-3 ay       |
| Bauer R             | 4-5 ay       |
| Galant R            | 2-3 ay       |
| Moro R              | 3-4 ay       |
| Palmar yakalama R   | 5-6 ay       |
| Plantar yakalama R  | 12-13 ay     |
| Taş bebek fenomeni  | 2-4 ay       |
| Glabella R          | 2-3 ay       |
| A.Tonik boyun R     | 6-7 ay       |
| Tonik boyun R       | 6-7 ay       |
| Tonik labirent R    | 3-4 ay       |

SP tanısında en yararlı primitif refleksler asimetric tonik boyun ve çarpraz ekstansör refleksleridir (5).

#### **2.1.8.2.3. Postüral refleksler**

Muayenede motor gelişim hakkında önemli bilgiler veren, vücudun belirli şekil değiştirmelerine karşı gösterdiği yanıt olarak kabul edilen postüral reflekslere bakılmalıdır. Bunlar; Traksiyon reaksiyonu, Landau reaksiyonu, Vojta reaksiyonu, aksiler asma reaksiyonu, Collis'in horizontal reaksiyonu, Collis'in vertikal reaksiyonu, Peiper-Isbertre aksiyonu olarak sıralanabilir. Patolojik sonuçların elde edilmesi durumunda çocuk ayrıntılı olarak incelenmelidir. Ayrıca paraşüt refleksi gibi koruyucu reflekslerin gelişip gelişmediği kontrol edilmelidir (12).

#### **2.1.8.2.4. Tonus ve postür anomalileri**

SP'li çocukta en belirgin muayene bulgusu tonus değişikliğidir. Tonus değişikliği kendisini tonus artışı veya istemsiz hareketler olarak gösterir. İstemsiz hareketler atetoz, distoni, kore, tremor ve ataksi şeklindedir. Spastisitenin değerlendirilmesinde kullanılan Ashworth Skalası, 1964 yılında tanımlanmış ve 1987 yılında modifiye edilmiştir (43).

Doğumdan sonraki ilk yılda tonus anomalilerinin ortaya çıkarılmasında çeşitli manevralar yardımcı olabilir. Çocuk yatar durumdan oturur pozisyona getirilirken kalça ve dizlerinde ekstansiyon olması ile doğrudan ayağa kalkması alt ekstremitelerde hipertoniye gösterir. Çocuk vertikal olarak havada tutulduğunda bacaklarda makaslama olması kalça adduktör kaslarındaki hipertoniye bağlıdır. Büyük eklemlerde eklem hareket açıklığının artmış olması ise hipotoninin göstergesidir (5).

Diplejik çocuklarda başlangıçta hipotoni saptanabilirken daha sonra alt ekstremitelerde spastisite, makaslama, ekstansör tonus artışı gözlenebilir (5).

#### **2.1.8.3. Kas iskelet sistemi muayenesi**

Kas iskelet sistemi muayenesinde hem statik hem de dinamik değerlendirme yapılmalıdır. Dinamik değerlendirme çocuğun hareketlerinin, fonksiyonlarının, mobilite ve yürüyüşünün gözlenmesidir. Statik değerlendirmede ise her bir eklem pasif eklem hareket açıklığı ve tonus açısından değerlendirilir (5,14).

### 2.1.8.3.1. Kas gücü muayenesi

Kas gücünün derecelendirilmesi Medical Research Council Skalası'na göre yapılır. Buna göre kas gücü 0-5 arasında derecelendirilir (44). Ancak çocukla kooperasyon kurulamamasına, spastisiteye, selektif motor kontrol bozukluğuna bağlı olarak objektif bir değerlendirme yapılamayabilir (16).

- **Selektif Motor Kontrol:** Selektif motor kontrol (SMK) normal insan hareketinin vazgeçilmez bir unsuru olup eklem hareketinin çevik, bağımsız kontrolünü sağlar (45). ABD Ulusal Pediatrik Motor Bozuklukları toplantısında selektif motor kontrol azalması; 'istemli bir duruş ya da hareketin taleplerine yanıt olarak seçilen bir paternde kasların aktivasyonunu izole etme yeteneğinin zayıflaması' olarak tanımlanmıştır (46). SP'li çocuklarda selektif motor kontrolün azaldığı görülmüştür.

Selektif motor kontrolü değerlendirmek için Boyd&Graham testi ve modifiye Trost testi olmak üzere iki test mevcuttur. Boyd&Graham testine göre ayak bileği hareketi ile istemli motor kontrol ve dorsifleksör kasların (özellikle tibialis anterior) kasının gücü değerlendirilir (Tablo 2.3) (47). Modifiye Trost testinde ise ayak bileği, diz ve kalça hareketi birlikte değerlendirilir (Tablo 2.4) (48).

**Tablo 2.3.** Boyd&Graham Testi

| Tanımlama                                                                                                                          | Derece |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Ayağı dorsifleksiyona getirmesi istendiğinde hiç hareket olmayışı                                                                  | 0      |
| Esas olarak ekstansör hallusis longus (EHL) ve/veya ekstansör digitorum brevis (EDB) kullanılarak sınırlı dorsifleksiyon           | 1      |
| EHL, EDB ve bir miktar tibialis anterior (TA) aktivitesi kullanılarak dorsifleksiyon                                               | 2      |
| Esas olarak TA kullanılarak yapılan ancak kalça ve/veya diz fleksiyonunda eşlik ettiği dorsifleksiyon                              | 3      |
| Kalça ve diz fleksiyonu olmaksızın TA aktivitesi ile var olan eklem hareket açıklığı boyunca yapılan izole selektif dorsifleksiyon | 4      |

**Tablo 2.4.** Modifiye Trost Testi

| Derece | Tanımlama                                                | Açıklama                                                                         |
|--------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| u.d.   | Uygulanabilir değil                                      | Kas güçsüzlüğü veya anlaşılmasından dolayı istemli hareket mümkün değildir.      |
| 0      | Sadece tek paternde hareket gözlemlendi (total sinerji)  | Hareket tümüyle fleksiyon/ekstansiyon paterninde                                 |
| 1      | Kısmen izole edilmiş hareket gözlemlendi (kısmi sinerji) | Hareket başlangıçta seçicidir, ancak fleksiyon/ekstansiyon paterninde devam eder |
| 2      | Tamamen izole hareket gözlemlendi (sinerji yok)          | Hareket, bütün hareket aralığı boyunca seçicidir                                 |

#### 2.1.8.3.2. Kas tonusu değerlendirilmesi

Spastisite, tonik germe reflekslerinde (kas tonusunda) hıza bağımlı artış ile karakterize motor bir bozukluktur. Germe reflekslerinde aşırı uyarılma sonucu tendon cevaplarının arttığı bir üst motor nöron bulgusudur (49). Spastisitenin klinik belirtileri; pasif germeye karşı artan direnç (eklem hareket açıklığı ve hız arttıkça pasif eklem hareketine direnç artar), hiperrefleksi, kas spazmları, klonus, ağrı, tonik ya da klonik kasılmalar.

Kas tonusu, hasta genellikle supin pozisyonunda rahat ve gevşemiş durumdayken, alt ve üst ekstremitelerde ayrı ayrı değerlendirilir. Muayene sırasında baş nötral pozisyonunda olmalıdır; baş ve gövdenin pozisyonu, tonik boyun ve labirent reflekslerini tetikleyip kas tonusunu artırabilir (43). Spastisite değerlendirilirken kas tonusunun muayenesinde, eklemlerin pasif hareketlere direnci kontrol edilir (50). Kas tonusunda hıza bağlı olarak ortaya çıkan artışın yani spastisitenin ortaya çıkışını engellemek amacıyla yavaş hızda eklem hareket açıklığına bakılır ve ölçülen açı R2 ile gösterilir. Bu istirahat kas uzunluğunu gösterir. Hızlı olarak eklem hareket açıklığına bakılarak ölçülen açı ise R1'dir. R1 ve R2'nin tek başına değerlerinden çok aralarındaki ilişki önemlidir. R2-R1 farkının büyük olması kasın dinamik komponentini yani spastisitenin hakim olduğunu küçük olması ise kontraktürü gösterir.

Spastisiteyi ve/veya ilgili durumları değerlendirmek için yaklaşık 24 adet klinik skala mevcuttur (52). SP'li çocuklardaki spastisiteyi değerlendirmek için en sık Modifiye Ashworth Skalası (MAS) ve Modifiye Tardieu Skalası (MTS) kullanılmaktadır. Ashworth Skalası 1964 yılında tanımlanmış ve 1987 yılında modifiye edilmiştir (Tablo 2.5-2.6) (43). Tardieu Skalası, orijinali 1954 tanımlanmış, 1999'da Boyd ve Graham tarafından orijinal skalaya ekstremitelerin değerlendirme pozisyonları ve spastisite açısı eklenerek modifiye edilmiştir (Tablo 2.7) (47,53). MTS ile dinamik kas uzunluğu değerlendirilir, hızlı pasif germeye alınan yanıtın derecelendirmesi yapılır.

Yapılan bir çalışmada SP'li çocukların spastisitesinin ölçülmesinde MAS, Wartenberg Pendulum test ve MTS karşılaştırılmış MTS'nin en uygun ölçüm metodu olduğu bildirilmiştir (54).

**Tablo 2.5.** Ashworth Skalası

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>0- Kas tonusunda artış yok</p> <p>1- Kas tonusunda hafif artış, EHA'nın yarısından azında hissedilen direnç</p> <p>2- Daha belirgin kas tonusu artışı,EHA'nın çoğunda hissedilen direnç, ama etkilenen ekstremitte kolaylıkla hareket ettirilir.</p> <p>3- Kas tonusunda belirgin artış, pasif hareket zor</p> <p>4- Ekstremitte fleksiyonda ve ekstansiyonda rijit.</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Tablo 2.6.** Modifiye Ashworth Skalası

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>0- Normal tonus. Kas tonusunda artış yok</p> <p>1- Tonusta hafif artma. Etkilenen kısım fleksiyonda ve ekstansiyonda hareket ettirildiğinde, EHA'nın sonunda minimal direncin hissedilmesi veya yakalama-bırakma hissinin varlığı</p> <p>1+ Kas tonusunda hafif artış. Hareket sırasında çekme hissi, EHA'nın yarıdan azında hissedilen direnç.</p> <p>2- Tonusta daha belirgin artma. EHA'nın çoğunda hissedilir, ama etkilenen kısım kolaylıkla hareket ettirilir.</p> <p>3- Tonusta belirgin artma. EHA boyunca pasif hareket zor.</p> <p>4- Tonusta şiddetli artma. Etkilenen kısım fleksiyonda ve ekstansiyonda rijit-katı durumdadır.</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Tablo 2.7.** Modifiye Tardieu Skalası

|                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| V1: Olabildiğince yavaş, ekstremit segmentinin yerçekimi etkisi ile doğal düşüşünden daha yavaş hızda |
| V2: Ekstremit segmentinin, yerçekimi etkisi ile doğal düşüş hızında                                   |
| V3: Olabildiğince hızlı, ekstremit segmentinin yerçekimi etkisiyle doğal düşüşünden daha hızlı        |
| 0- Pasif hareket süresince hiç direnç yok                                                             |
| 1- Pasif hareket süresince minimal direnç, belli açıda yakalama hissi yok                             |
| 2- Belli açıda yakalama hissi (pasif hareketi keser, sonrasında gevşeme olur)                         |
| 3- Zayıflayan klonus (germe devam ettirildiğinde 10 saniyeden az süren ve belli açıda ortaya çıkan)   |
| 4- Kuvvetli klonus (germe devam ettirildiğinde 10 saniyeden uzun süren ve belli açıda ortaya çıkan)   |
| 5- Eklem hareket ettirilemez                                                                          |

#### 2.1.8.3.3. Alt ekstremit muayenesi

- **Kalça Eklemi:**

*Kalça fleksiyon kontraktürü:* Kalça ekleminin fleksör ve ekstansör kasları arasındaki dengesizlik sonucu gelişen kalça fleksiyon pozisyonunu tanımlayan terimdir. İliopsoas ve rektus femoris kasları kalçanın önemli iki fleksör kasıdır. İliopsoas kalça fleksiyonun temel kası iken, rektus femoris kası aynı zamanda güçlü diz ekstansörüdür.

**1. Thomas testi:** İliopsoas kasındaki tonus artışı ve kısalmayı değerlendirir. Çocuk sırtüstü uzanırken, test edilen değil de karşı tarafta kalça ve diz fleksiyona getirilerek lomber omurgastabilize edilir. Hareketi kontrol etmek için bir el lomber omurganın altına konur. Kalçada fleksiyon kontraktürü yoksa karşıkalça tümüyle ekstansiyonda uzanır. Kalçada fleksiyon kontraktürü varsa; karşı kalça (test edilen taraf) ekstansiyonunda kısıtlılık olacak, uyluk fleksiyona gelerek muayene masasından uzaklaşacaktır (Şekil 2.3) (5, 11).



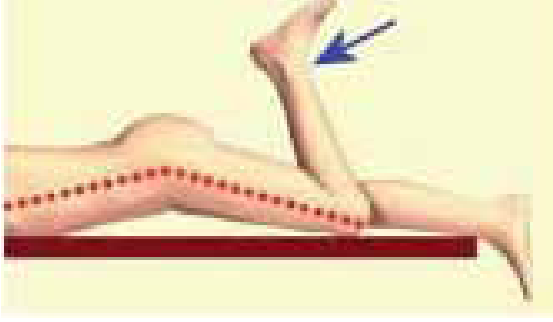
Şekil 2.3. Thomas testi (16)

**2. Staheli testi:** SP'li hastalarda kalça fleksiyon kontraktürünü saptamada geçerliliği en yüksek metoddur (55) ancak büyük çocuklarda yapmak zor olabilir. Çocuk kalçaları ve bacakları masadan sarkacak şekilde pron pozisyonunda yatar. Yüzüstü muayene masasına yatırılan çocuğun bacakları kalçadan itibaren masanın dışına uzatılır. Bir kalça 90° fleksiyondayken, muayene edilen kalça ekstansiyona getirilir. Test edilen kalça tam ekstansiyona gelemese femur aksı ile masanın aksı arasındaki açı fleksiyon kontraktürünün derecesini gösterir (Şekil 2.4) (5).



Şekil 2.4. Staheli Testi

**3. Duncan- Ely testi:** Biartiküler kas olan rektus femoris kasında tonus artışı ve kısalmayı değerlendirmek için bakılır. Çocuk pron pozisyonda kalça ve diz eklemi ekstansiyonda olacak şekilde yatar ve bir kalçası elle stabilize edilir. Test edilen tarafta rektus femoris kasını germek için diz eklemi pasif olarak fleksiyona getirilir. Test edilen taraftaki kalça eklemi muayene masasından yükselirse test pozitif olarak kabul edilir (Şekil 2.5) (11).



**Şekil 2.5.** Duncan-Ely Testi (16)

*Addüktör Spastisite:* Kalça ekleminin addüktör kasları genel olarak uniartiküler (addüktör magnus, longus, brevis kasları) ve biartiküler (grasilis kası) olmak üzere ikiye ayrılır. Grasilis kası aynı zamanda diz fleksörüdür; bundan dolayı diz ekstansiyonda iken kalça addüksiyonuna etkisi maksimumdur. Hamstring kasının medial başının da kalça addüksiyonuna katkısı vardır. Kalça addüktör kaslarındaki tonus artışı ve kısılmayı değerlendirmek için çeşitli testler mevcuttur.

**1. Diz Uzaklık Testi:** Addüktör kaslardaki spastisiteyi genel olarak değerlendirmek için kullanılan bir testtir. Hasta supin pozisyonunda kalça ve diz ekstansiyonda olacak şekilde yatar. Bacaklar yavaş ve hızlı pasif hareketle maksimum abduksiyona getirilerek medial femoral kondiller arasındaki mesafe ölçülür. Addüktör kasların (add. longus, add. magnus, add. brevis, grasilis ve medial hamstring) spastisitesi varlığında iki ölçüm arasında belirgin farklılık saptanır (56).

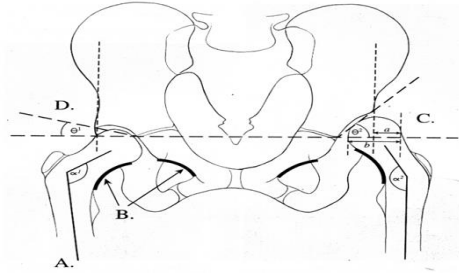
**2. Pendulum Testi:** Bu test ile çocuk yerden kaldırılırken alt ekstremité kas tonusu değerlendirilir. Hasta kollarının altından kavranıp havaya kaldırılır. Addüktör kaslarda spastisite varsa makaslama pozisyonu, ayak bileği plantar fleksörlerde spastisite varsa ekin postürü belirginleşir (56).

**3. Grasilis Testi:** Testin amacı addüktör kaslardaki tonus artışını ve kısılmayı değerlendirmek aynı zamanda grasilis kas aktivitesini diğer addüktör kaslardan ayırmaktır. Hasta sırtüstü kalçalar ekstansiyonda ve dizler muayene masasından sarkmış bir şekilde yatırılır. Bu pozisyonda dizler fleksiyonda ve ekstansiyonda iken kalça eklemine abduksiyon yaptırılır. Grasilis kasında tonus artışı veya kısılma mevcutsa diz ekstansiyondayken kalça abduksiyonu, diz fleksiyondayken elde edilenden az olacaktır (56).

**4. Phelps-Grasilis Testi:** Biartiküler bir kas olan grasilis kasındaki tonus artışını ve kısılmayı değerlendirir. Hasta pron pozisyonunda yatırılır, kalça eklemi ekstansiyondadır. Test edilen tarafta kalça maksimum abduksiyona diz 90 derece fleksiyona getirilir. Diz yavaşça ekstansiyona getirildiğinde grasilis kasında spastisite veya kontraktür varsa kalça eklemünde addüksiyon oluşur (56).

*Femoral anteversiyon:* Femoral shaftın femoral boyun üzerinde torsiyonu veya internal rotasyonudur. Normalde olması gereken anteversiyon açısında azalma (yetişkinde fizyolojik düzey 15-25 derece) kas dengesizliği nedeniyle SP'li hastalarda olmaz ve fetal anteversiyon devam eder. Femur boyun-shaft açısı artar ve koksa valga gelişir. Basitçe çocuk yüzüstü yatarken dizler fleksiyona getirilir, kalça ekstansiyondadır. Kalçanın internal ve eksternal rotasyon açıklığı ölçülür. Artmış iç rotasyon artmış anteversiyonu gösterir. Direkt grafide femurun transkondiller aksı ile femoral boyunun aks arasındaki açının ölçülmesi ile tespit edilir (42,57,58).

*Kalça dislokasyonu:* Riskli kalça, klinik muayene ile abduksiyon asimetrisi saptanan veya abduksiyon eklem hareket açıklığının 45°'nin altında olduğu ve tedavi edilmediği zamansublukse veya disloke olması beklenen kalçadır. Kalça subluksasyonu femur başının üçtebirinden fazlasının asetabulum tarafından örtülememesi, Shenton hattının kırılması ancak femur başı-asetabulum ilişkisinin sürmesi olarak tanımlanır. Kalça dislokasyonunda ise femur başı asetabulumdan tamamen ayrılır. Pelvis grafisinde kalça instabilitelerindeki ilk bulgu, Shenton hattındaki kırılmadır. Shenton hattı superior pubik ramusun inferior kenarı ile femur metafizi medial kenarını birleştiren çizgidir. Displastik kalçada bu ark bozulur. Femur başı laterale yer değiştirmeye başlar, sık asetabulum femur başını örtemez, bu Reimer indeksi ile gösterilir. Reimer indeksi femur başının asetabulum dışında kalan kısmının femur başı çapına oranı ile elde edilir. Asetabular indeks (açı); asetabular tavan ile Hilgenreiner çizgisi (iki Y kıkırdağı arasına çizilen transvers bir çizgi) arasında kalan açıdır. Asetabular displaziye bağlı olarak asetabular indeks artar. Normalde 1 yaşına kadar 30, 1-2 yaş arası 25,3 yaşından sonra 20 derece kadardır (Şekil 2.6.) (57,59).

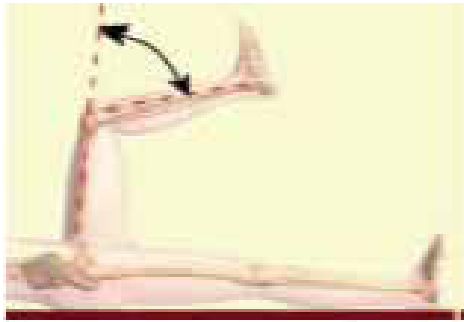


- A. Femur başı-şaft arasındaki açı
- B. Shenton-Menard Hattı
- C. Reimers İndeksi
- D. Asetabular İndeks

**Şekil 2.6.** Anteroposterior kalça grafisinde kalçanın radyografik değerlendirimi (57)

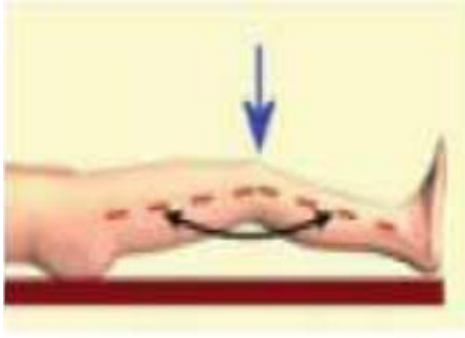
- **Diz eklemi:**

**1. Popliteal açı ölçümü:** Medial hamstringlerde kısalma ve kas tonusundaki artışı saptamak amacıyla yapılan bir testtir. Kalça 90 derece fleksiyonda iken diz eklemindeki tam ekstansiyondan sapma popliteal açı olarak tanımlanır. Supin pozisyonda yatan çocukta değerlendirilen ekstremitenin kalça ve dizi 90° fleksiyonda, karşı taraf diz ve kalça ekstansiyondadır. Bu konumda fleksiyonda olan diz gelebildiği kadar ekstansiyona getirilir. Tam ekstansiyondan eksik kalan açıya “popliteal açı”denir. Medial hamstringlerde kısalma ve spastisite saptanır. Fiks kontraktür ve spastisiteyi ayırt etmek için diz ekstansiyona hem hızlı hemde yavaş getirilir. Aradaki fark fazla ise spastisite lehinedir (Şekil 2.7) (56).



**Şekil 2.7.** Popliteal açı ölçümü (16)

**2. Posterior kapsül gerginliği:** Hasta hamstring kaslarını gevşetmek için kalça eklemleri ekstansiyonda olacak şekilde sırt üstü yatırılır. Kalça eklemi ekstansiyonda iken dizler tam ekstansiyona getirilmeye zorlanır. Diz arkasının muayene masasına değmemesi posterior kapsül gerginliğini gösterir (Şekil 2.8) (11).



**Şekil 2.8.** Posterior kapsüler gerginliğe bakılması

**3. Patellanın yerleşimi:** Patellanın pozisyonuna bakılır. Kuadrisepsteki kısalık diz fleksiyonunu kısıtlar, patellanın superiorda yerleşmesine (patella alta) neden olur.

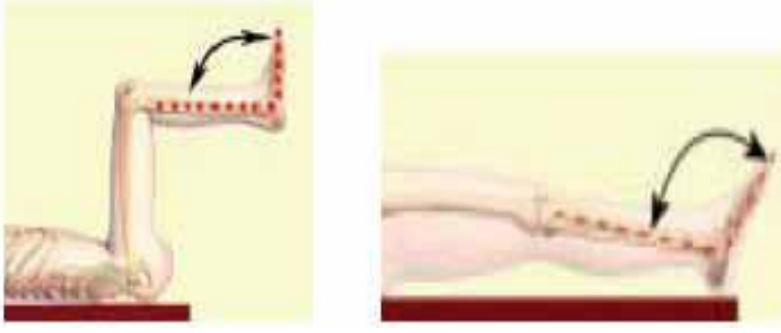
Patellanın inferiorda yerleşmesi de (patella baja) SP’de görülebilir (11).

**4. Tibial torsiyon:** Hasta pron pozisyonunda kalça eklemi ekstansiyonda, diz 90° fleksiyonda yatarken uyluk-ayak açısı ile tibial torsiyon değerlendirilir. Bir çizgi femur boyunca, diğer çizgi topuktan 3. parmak arasına doğru çizilir. Aradaki açı -10 ila +10 arasında olmalıdır (41,57).

- **Ayak bileği:**

Triseps surae kasındaki tonus artışı ve kısalma sonucu spastik ekin oluşabilir. Değerlendirmek için çeşitli testler mevcuttur:

**1. Silfverskiöld testi:** Gastroknemius (diz ekstansiyonda iken dorsifleksiyon) ve soleus (diz fleksiyonda iken dorsifleksiyon) spastisitesinin ayrımını yapmak için kullanılan bir testtir. Hasta supin pozisyonunda yatarken test edilen tarafta diz ve kalça tam ekstansiyonda iken ve eklemler 90 derece fleksiyondayken ayrı ayrı pasif olarak ayak bileği dorsifleksiyonu ölçülür. Her iki pozisyonunda ölçülen dorsifleksiyon açısındaki farkın büyük olması spastik ekin deformitesinden sorumlu kasın gastroknemius olduğunu, farkın olmaması ya da az olması soleus kasının baskın olduğunu gösterir (Şekil 2.9.) (56).



Şekil 2.9. Silfverskiöld testi

**2. Triseps Suræ yakalama testi (Tardieu testi):** Hasta sırtüstü yatırılır, test edilen tarafta kalça ve diz 90 derece fleksiyonda, ayak bileği plantar fleksiyonda, karşı taraf kalça ve diz ekstansiyondadır. Fiks kontraktür ve spastisite arasındaki ayrımı yapmak için ayak bileğinin dorsifleksiyon açısı yavaş ve hızlı pasif dorsifleksiyonundan sonra ölçülür.

**3. Pendulum Testi:** Çocuk yerden kaldırılırken ayak bileği plantar fleksörlerde spastisite varsa ekin postürü belirginleşir.

#### 2.1.8.3.4. Üst ekstremité muayenesi

Deformitelerin değerlendirilmesi, eklem hareket açıklığının değerlendirilmesi, kontraktürlerin saptanması, fonksiyonel kullanımın belirlenmesini içerir. Omuz, dirsek, ön kol, el bileği eklem hareket açıklıklarına bakılır. Spastisiteye neden olan kas grubunu belirlemek için proksimal interfalangeal (PİF) veya distal interfalangeal (DİF) eklemler muayene edilir. Yüzeyel fleksörler gerginse PİF’de, derin fleksörler spastikse DİF’te kısıtlılık gözlenir. En sık görülen deformitelerin başında başparmak avuç içinde deformitesi gelir (thumb in palm) (11). Üst ekstremitenin fonksiyonel kullanımını test etmek için Bimanual Fine Motor Function (BFMF), Manual Ability Classification System (MACS) Kanada İş Uğraşı Performans Ölçümü (Canadian Occupational Performance Measure-COPM) ve Hedefe Ulaşma Skalası (Goal Attainment Scale-GAS). Green ve Banks Modifiye Sınıflaması gibi özel testler kullanılabilir.

#### 2.1.8.3.5. Omurga muayenesi

Deformiteler postüral yada yapısal olabilir. Skolyoz, daha ciddi tutulumlu ambule olamayan çocuklarda görülür. Oturma dengesi olmayan çocuklarda

torakolomber kifo, hamstring kontraktürü olan çocuklarda lomber kifo, kalça fleksiyon kontraktürü olan çocuklarda lomber hiperlordoz sık görülür (11,41,57).

#### **2.1.8.4. Oturma muayenesi**

Çocuğun oturma düzeyinin ne seviyede olduğı belirlenmelidir.

1. Desteksiz oturma ( ellerden destek almadan )
2. Ellerden destekli oturma
3. Cihaz veya yastık desteğı ile oturma (11).

#### **2.1.8.5. Yürüyüşün değeriendirilmesi**

Yürümenin değeriendirilmesinde dinamik elektromyografi, bilgisayarlı yürüme analizi, video kayıtlama ile yürüme analizi, gözlemsel yürüme analizi kullanılabilir. Yürüme parametreleri her yönden değeriendirilmeli, değeriendirme sırasında her bir eklem ayrı ayrı incelenmeli, tüm bunların yanında hastanın dengesi de dikkatli şekilde değeriendirilmelidir. Gözlemsel yürüme analizinin doğruluğı ve güvenilirliğı tecrübeye bağıdır (41, 60-62).

**Makaslama (Scissoring gait):** Kalçada adduktör spastisite hakimdir. Hasta makas tarzında iki diz birbirine çarparak yürür. En sık tüm vücut tutulumlu olgularda görülür (11).

**Oraklama yürüyüşü (Circumduction):** Kalça fleksiyonu ve ayak bileğı dorsifleksiyonu yapılamaz. Ayak varustadır. Salınım fazında ayağı yerden kesebilmek için pelvik elevasyon ve kalça sirkumduksiyonu oluşur. Bu yürüyüş tipi hemiplejilere özgüdür (11).

**Sıçrama yürüyüşü (Jump knee gait):** Kalçada fleksiyon ve adduksiyon, bacaklarda makaslama, dizde fleksiyon, ayak bileğinde ekinovalgus postürü görülür, diplejiklerin ve bazı kuadriplejik olguların tipik yürüyüş tarzıdır (11).

**Bükük diz (Crouch knee gait):** Basma fazında artmış diz fleksiyonu vardır. Kalça ve dizler artmış fleksiyonda, ayakbilekleri dorsifleksiyondadır. Kalça fleksörleri ve hamstringler gergin, kuadrisepsler ve triseps surae kasları zayıftır. Aşırı pes valgus ve tibial torsiyon bulunabilir. Diplejikler ve yürüyebilen kuadriplejik hastalarda uygunsuz triseps uzatması sonrası bu yürüyüş tipi izlenebilir (11,22,41).

**Tutuk diz (Stiff knee):** Tüm salınım dönemi boyunca aşırı diz ekstansiyonu vardır. Kuadriseps grubunun, özellikle de rektus femoris kontraktürü sonucu olarak ortaya çıkar. Diplejik SP’de sık görülür. (22).

**Genu rekurvatumda yürüme:** Hamstringler ve kuadrisepsler arasındaki kuvvet dengesizliğine bağlı olarak basma fazında dizlerde hiperekstansiyon ile karakterize bir yürüme paternidir. Hamstringlerin fazla uzatılması yahut transferi de aynı sonuca neden olabilir (22).

**Geniş tabanlı yürüyüş:** Kalça adduktörlerinin aşırı uzatılması veya dengenin kötü olması sonucu çift destek fazında ayakların pelvis genişliğinden daha fazla açılması şeklinde tanımlanabilen bir yürüyüş paternidir (57).

Spastik hemiplejik olgularda ise farklı bir sınıflandırma sistemi geliştirilmiştir:

Tip 1 hemipleji: Ayak bileği dorsifleksör kaslarının selektif motor kontrolündeki yetersizlik sonucu salınım fazında düşük ayak görülür.

Tip 2 hemipleji: En sık görülen tiptir.

Tip 2a: Ayak bileği ekinde, diz nötral pozisyonda, kalça ekstansiyondadır.

Tip 2b: Ayak bileği ekinde, diz rekurvatumda, kalça ekstansiyondadır.

Tip 3 hemipleji: Salınım fazında gastroknemius-soleus kas grubundaki spastisite veya kontraktüre bağlı olarak ayak bileği dorsifleksiyonu yetersizdir. Hamstring-kuadriseps kaslarının ko-kontraksiyonuna bağlı olarak tutuk diz yürüyüşü görülür. Özellikle salınım fazında rektus femoriste artmış aktivasyon gözlenir.

Tip 4: Tip 3 hemipleji bulgularına ilave olarak kalçada fleksiyon ve anterior pelvik tilt görülür. Kalçada addüksiyon ve iç rotasyon da görülebilir. Subluksasyon insidansı yüksektir (63).

## **2.1.8.6. Fonksiyonel değerlendirmeler**

### **2.1.8.6.1. Kaba motor fonksiyon sınıflandırma sistemi (KMFSS) (Gross motor function measure classification system (GMFCS))**

SP için Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi (KMFSS) oturma, transferler ve hareketliliği temel alarak çocuğun kendi başlattığı hareketlere dayanır. Beş seviyeli sınıflandırma sistemi tanımlanırken düzeyler arasındaki farkların günlük yaşamda anlamlı olması esas kriterdir. Düzeyler arasındaki farklar fonksiyonel

kısıtlamalara, elle tutulan hareketliliğe yardımcı araçlara (yürüteç, koltuk değneği ya da baston) ya da tekerlekli hareketlilik araçlarına olan ihtiyaca ve daha az olarak da hareketin kalitesine dayanır.

Geçerli, güvenilir, hassas, kanıt temelli ve yaygın kullanım alanına sahip olan bir sınıflandırma sistemidir.

KMFSS'nin odak noktası çocuğun ya da gencin var olan kaba motor fonksiyonlarındaki becerileri ve limitasyonları en iyi tanımlayan seviyeyi belirlemektir. Temel amaç çocuğun kabiliyetini belirlemekten çok evde, okulda ve toplum içindeki olağan performansını (örn. ne yaptıkları) belirlemektir. Bu nedenle hareketin kalitesi ya da iyileşme prognozu hakkındaki düşünceleri içermeyen kaba motor fonksiyonlardaki mevcut performansı sınıflandırmak önemlidir.

Çocukların motor fonksiyonları yaşa bağımlı olarak değiştiğinden, her düzey için 2 yaşın altı, 2-4 yaş arası, 4-6 yaş arası ve 6-12 ve 12-18 yaş arası olmak üzere her yaş grubundaki çocuğa göre fonksiyonlar tanımlanmıştır.

Seviye I: Kısıtlama olmaksızın yürür.

Seviye II: Kısıtlamalarla yürür.

Seviye III: Elle tutulan hareketlilik araçlarını kullanarak yürür.

Seviye IV: Kendi kendine hareket sınırlanmıştır. Motorlu hareketlilik aracını kullanabilir.

Seviye V: Elle itilen bir tekerlekli sandalyede taşınır.

Seviye II'deki çocuklar Seviye I'dekilere göre uzun mesafe yürümeye ve dengede kısıtlamalara sahiptir. Yürümeyi ilk öğrendiklerinde elle tutulan mobilizasyon araçlarına ihtiyaç duyabilirler. Ev dışında uzun mesafe gezintilerinde ve toplumda tekerlekli hareketlilik aracı kullanabilirler. Merdiven inip çıkarken trabzan kullanımına gereksinim duyarlar. Koşma ve sıçrama yeteneği yoktur. Seviye III'deki çocuklar ve gençler ev içinde yürümek için elle tutulan hareketlilik araçlarını kullanır; ev dışında ve toplumda ise tekerlekli hareketlilik araçlarını kullanırlar. Kendi kendine oturur ya da oturmak için çok sınırlı bir dış desteğe ihtiyaç duyarlar, ayakta yer değiştirmelerde daha bağımsızlardır. Seviye IV'deki çocuklar oturarak (genellikle desteklidir) işlevseldir, fakat kendi kendine mobilizasyonları kısıtlıdır; çoğunlukla elle itilen bir tekerlekli sandalye ile taşınırlar ya da motorlu hareketlilik aracı kullanırlar. Seviye V'deki çocuklar ve gençler baş ve gövde kontrolünde şiddetli kısıtlılığa sahiptir.

ve kapsamlı teknoloji yardımına ve fiziksel yardıma ihtiyaç duyar. Kendi kendine hareketlilik sadece motorlu tekerlekli sandalyeyi nasıl kullanacağını öğrenebildiğinde kazanılır (64-69).

#### **2.1.8.6.2. Kaba motor fonksiyon ölçütü-88 (KMFÖ-88) (Gross motor function measure-88 (GMFM-88))**

SP’li çocuklarda zaman içinde kaba motor fonksiyonları ve bu fonksiyonlarda zamanla meydana gelen değişimleri göstermede kullanılan standardize edilmiş gözlemsel bir testtir (70). Beş temel bölüme ayrılmış olup yatma-yuvarlanma bölümünde 17, oturma bölümünde 20, emekleme-dizüstü durma kısmında 14, ayakta durma kısmında 13, yürüme-koşma-merdiven çıkma bölümünde 24 olmak üzere toplam 88 maddeden oluşmaktadır. Bu aktivitelerin ne kadarının yapıldığına göre 0-3 arasında puanlanır. Aktiviteyi başlatamıyorsa 0, bağımsız başlatıyorsa 1, kısmen tamamlıyorsa 2, bağımsız tamamlıyorsa 3 puan verilir (68,71).

#### **2.1.8.6.3. Pediatrik özürlülük değerlendirmesi (Pediatric evaluation of disability inventory) (PEDI)**

Haley ve arkadaşları tarafından 6 ay-7,5 yaş çocukların fonksiyonel durumunu belirlemek için geliştirilmiş bir skaladır. Çocukların, aktiviteleri yerine getirmedeki becerilerine ve alınan kişisel yardım veya çevresel modifikasyonun derecesine göre puanlandırılır.

73 kendine bakım, 59 mobilite, 65 sosyal fonksiyon olmak üzere toplam üç alanda 197 maddeden oluşmuş olup yaklaşık 45-60 dakikada uygulanır (68).

#### **2.1.8.6.4. Fonksiyonel mobilite skalası (Functional mobility scale) (FMS)**

Girişimler sonrasında yürüme yeteneğindeki değişiklikleri ölçmek için kullanılan bir değerlendirme testidir. FMS; çocukların performansını üç mesafede (5, 50, 500 metre) tekerlekli iskemle veya yardımcı cihaz ihtiyacına göre sınıflar. Kaba motor fonksiyon sınıflandırma sistemi ile saptanamayan değişiklikler fonksiyonel mobilite skalası ile tespit edilebilir (72).

#### **2.1.8.6.5. Manual ability classification system (MACS) (El becerileri sınıflandırma sistemi)**

MACS çocukların günlük yaşam aktiviteleri sırasında nesneleri elle tutma yeteneğini sınıflandırmak için KMFSS metoduna benzer şekilde geliştirilmiş bir sistemdir. Her iki eli ayrı ayrı değil, ortak değerlendirir. Eller arasındaki beceri farklılıklarını ayırtetmez.

I - Objeleri kolaylıkla ve başarılı bir şekilde tutar.

II- Birçok objeyi tutar fakat başarma hızı ve/veya kalitesi bir miktar azalmıştır.

III- Objeleri güçlükle tutar; aktivitelerin modifiye edilmesinde ve/veya düzenlenmesi için yardıma ihtiyaç vardır.

IV- Adapte edilmiş durumlarda kolayca düzenlenmiş objelerin seçilmiş sınırlı bir kısmını tutar.

V- Objeleri tutamaz ve basit bir eylemi gerçekleştirmek için bile ciddi şekilde sınırlı yeteneğe sahiptir (73).

#### **2.1.8.6.6. Bimanuel fine motor function (BFMF)**

BFMF; KMFSS'deki beş düzeyle uyumlu olarak üst ekstremité için geliştirilmiş bir sınıflandırma yöntemidir. SCPE spastik SP'leri unilateral ve bilateral şeklinde ayırmayı ve bu tanımları alt ekstremiteler için KMFSS seviyesiyle, üst ekstremiteler için ise BFMF ile kombine etmeyi önermiştir (74). MACS'in tersine her iki elin kullanımını ayrı ayrı değerlendirir ve eller arasındaki asimetriye dikkat eder (22).

Düzyey I: Bir el sınırlanma olmaksızın kullanılabilir. Diğer el çok ileri becerilerde sınırlanma ile kullanılabilir.

Düzyey II: (a) Bir el sınırlanma olmaksızın kullanılabilir. Diğer el yalnızca yakalama ve tutma yapabilir. (b) Her iki elde ileri motor becerilerde sınırlanma mevcuttur.

Düzyey III: (a) Bir el sınırlanma olmaksızın kullanılabilir. Diğer elde fonksiyonel beceri yoktur. (b) Bir elde ileri motor becerilerde sınırlanma mevcuttur. Diğer el yalnızca yakalama yapabilir ya da daha kötüdür.

Düzyey IV: (a) Her iki el yalnızca kavrama yapabilir. (b) Bir el yalnızca tutabilir. Diğer el yalnızca tutabilir ya da daha kötüdür.

Düzey V: Her iki el yalnızca tutabilir ya da daha kötüdür (74).

#### **2.1.8.6.7. Pediatrik fonksiyonel bağımsızlık ölçütü (PFBÖ) (WeeFIM)**

Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçütü (PFBÖ- WeeFIM)); “Uniform Data System for Medical Rehabilitation (UDS)” sisteminin erişkinler için geliştirdiği fonksiyonel bağımsızlık ölçütünden (FIM- FBÖ) faydalanılarak 1993 yılında geliştirilmiş bir fonksiyon değerlendirme yöntemidir (68).

PFBÖ, ilk olarak genetik veya serebral palsi, Down sendromu, spina bifida, ekstremité yokluğu gibi doğuştan bozukluğu olan 6 ay-7 yaş arası çocukların fonksiyonlarını değerlendirmek için geliştirilmiştir. Daha sonra 6 ay-12 yaş arası çocuklarda geçerli, güvenilir bir yöntem olduğu ispatlanmıştır. PFBÖ 6 ay-12 yaş arası gelişimsel özürlü çocuklarda kullanıldığı gibi, mental yaşı 7’nin altında olan tüm yaşlardaki gelişimsel özürlü ve 6 ay-8 yaş arası özürlülüğü olmayan çocuklarda da kullanılabilir (68, 75, 77).

PFBÖ; kendine bakım, sfinkter kontrolü, transferler, hareket, iletişim, sosyal ve kognitif olmak üzere 6 alanda toplam 18 madde içerir. Kendine bakım; beslenme, kendine çekidüzen verme (yüz yıkama, diş fırçalama, saç tarama), banyo yapma, tuvalet kullanımı, vücudun üst yarısının giyindirilmesi, vücudun alt yarısının giyindirilmesi olarak, sfinkter kontrolü; mesane ve bağırsak kontrolü olarak, transferler; yatak-sandalye-tekerlekli sandalyeye transfer, tuvalete transfer, duş-küvete transfer olarak, hareket; yürüme, tekerlekli sandalye ile lokomasyon ve merdiven inip çıkma olarak, iletişim; anlama ve ifade etme olarak, sosyal algı; bellek, problem çözme, sosyal etkileşim olarak alt gruplara ayrılır. Her bir maddedeki fonksiyonu gerçekleştirirken yardım alıp almadığı, yardım miktarı, zamanında yapıp yapmadığı veya yardımcı cihaz gerekip gerekmediğine göre 1’den 7’ye kadar skorlanır. Verilen görevi tamamen yardımla yaptığında 1; tamamen bağımsız olarak, uygun zamanda ve güvenli bir şekilde yaptığında ise 7 olarak değerlendirilir. PFBÖ’de her yaş grubunda standart değerler farklı bulunmuştur. Örneğin 3 yaş grubu sağlıklı çocuklar için 87 puan normal değerlerdedir (78).

PFBÖ ile FBÖ’nün kullanım alanının çakıştığı 10’lu yaşlardaki okul çağındaki büyük çocukların değerlendirilmesinde hangisinin kullanılacağı konusunda bir çalışma yapılmış olup bu çalışmada 7-16 yaş arası 20 SP’li çocuğa rehabilitasyon ve

eğitim programı öncesinde ve sonrasında PFBÖ, FBÖ, AAQ (Amount of Assistance Questionnaire) uygulanarak karşılaştırma yapılmıştır. PFBÖ ve FBÖ'nün her ikisinin de okul çağındaki büyük SP'li çocuklarda fonksiyonel durumu belirlemede kullanışlı ve birbiriyle korele oldukları bulunmuştur (75)

Aybay ve arkadaşları, sağlam çocuklarla yaptıkları bir çalışmada PFBÖ Türkçe formunun geçerlilik ve güvenilirliğini göstermiştir (76).

Tur ve arkadaşları Türkiye'deki serebral palsili çocuklarla yaptıkları çalışmada da PBÖ'nün serebral palsili çocuklarda fonksiyonel durumu belirlemede geçerli ve güvenilir bir test olduğunu göstermişlerdir (79).

### **2.1.9. Serebral Palsiye Eşlik Eden Problemler**

#### **2.1.9.1. Epilepsi**

Yenidoğan dönemindeki nöbetler hariç, ateşle provake edilmemiş iki nöbet; epilepsi olarak tanımlanır. SCPE'nin önerisine göre epilepsi hiç yok veya hep var ise bilinmelidir. Epilepsi hala aktifse şiddetli epilepsi olarak gruplanmalıdır (20). Nöbet, hastaların %35-40'ında görülür. Postnatal hemiplejik ve kuadriplejik SP'li hastalarda daha yaygındır, %60- 70 oranında görülür. Diplejik ve diskinetiklerde daha nadir görülür. (%25- 33) (28). Epilepsi farklı klinik formlarda ortaya çıkabilse de en sık jeneralize ve parsiyel epilepsi görülür (29).

İki yıllık nöbetsiz dönemden sonra ilaç kesimini takiben tekrar nöbetlerin ortaya çıkma riski, hemiplejik serebral palsili çocuklarda serebral palsili olmayan çocuklara oranla daha yüksek olmakla birlikte (yaklaşık %60) diplejikserebral palsili çocuklarda bu oran daha düşüktür (yaklaşık %14) (28).

#### **2.1.9.2. Kognitif bozukluklar**

SP'li çocuklarda hafıza, dil, problem çözme ve dikkat gibi yüksek kortikal fonksiyonlar etkilenebilir. Mental retardasyon (MR) en sık görülen sorunlardan biridir ve insidansı yaklaşık %23-44'tür (33). İleri tutulumlu çocukların %97,7'sinde MR vardır. Hemiplejiklerin %40'ının bilişsel kabiliyetleri normaldir. Sağlıklı çocuklarla karşılaştırıldığında davranış problemleri SP'lilerde %25,5 kat fazladır (29).

Kognitif bozukluk, SCPE'nin önerisinde Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ)'nün önerilerine göre Tablo 2.8'deki gibi sınıflandırılır (20).

**Tablo 2.8.** Kognitif Bozukluk Sınıflaması

|                          |                                      |
|--------------------------|--------------------------------------|
| Normal                   | IQ>85, desteksiz düzenli okula gider |
| Borderline               | IQ 70-84                             |
| Hafif impairment         | IQ 50-69, okur-yazarlık kazanır      |
| Orta-şiddetli impairment | IQ 20-49                             |
| Belirgin impairment      | IQ<2                                 |

Motor dizabilitenin ciddiyetinin artmasıyla mental retardasyon riski artar (1). Algısalbeceriler konusunda karar vermeden önce işitme kaybı dışlanmalıdır (28). Özellikle rijid, atonik, ciddi spastik kuadriplejiklerde mental retardasyon daha ciddi seyreder (14).

#### **2.1.9.3. Oral motor fonksiyon problemleri**

Nörolojik hastalıklarda sıkça karşımıza çıkan oromotor problemler SP'de de çok sık görülür. Bu anormallikler dudak, dil, çiğneme kasları ve fasial kaslardaki güçsüzlüğe ve koordinasyon problemine bağlı olarak; havayolu korunmasında güçlükler, hiperaktif öğürme refleksi, inkomplet dudak kapanması, emme güçsüzlüğü, salya akıtma, dizartri ve disfajidir. Bu durum çocuklarda beslenme güçlüğü, aspirasyon riski, uzamış beslenme zamanı ve malnutrisyona neden olur.

İlk 12 ayda emme (%57) ve yutma (%38) problemleri yaygındır. Ağır tutulumlu vakalarda %68,2 oranında anlamlı sessiz aspirasyon bulunmuştur. SP'li çocukların yaklaşık 1/3'ü son altı ayda en az bir pulmoner enfeksiyon geçirmiştir (29).

#### **2.1.9.4. Salya akması**

Salya akması SP'li çocuklarda sık görülen ve sosyal yaşamlarını olumsuz etkileyen bir problemdir. SP vakalarının yaklaşık %10'unda görülür. SP'li çocuklarda salya akması tükürük yapım miktarıyla alakalı olmayıp yutma bozukluğu ile ilgilidir.

Bu durum oral motor aktivitedeki disfonksiyon, oral duyuşal problemler, yutma frekansının azalmasından kaynaklanabilir. Baş tutmanın gecikmesi, faşial tonusun azalması da yerçekiminin etkisi ile tükürüğün akmasına zemin hazırlar (30).

#### **2.1.9.5. Gastrointestinal sistem problemleri**

Gastrointestinal sistem (GİS) problemleri SP'li çocukların %80-90'ında görülen kronik bir sorundur (31). Bu çocuklarda disfaji, gastroösofagial reflü, kronik kabızlık, kusma sık görülür (5). Hipotoni, güçsüz emme, yutma mekanizmasının zayıf kontrolü, hiperaktif öğürme refleksi gibi motor disfonksiyonlar sonucu beslenme bozukluğu ve sonuçta büyüme, gelişme geriliğı görülür. Zayıflık ve gelişme geriliğı özellikle tüm vücut tutulumlu vakalarda ve distoniklerde çok belirgindir (11).

#### **2.1.9.6. Konuşma problemleri**

SP'li çocuklarda konuşma bozukluğu yaygındır (%42- 81) ve motor bozukluğun tipi ve ciddiyeti ile alakalıdır. Diskinetiklerde %95, kuadriplejiklerde %85, hemiplejiklerde %30, diplejiklerde ise %20 olarak tespit edilmiştir (29).

Konuşma ve ses üretmede güçlükler bu çocuklarda sıklıkla gözlenir. Bunun temel nedeni göğüs kafesi kaslarının tutulumuna bağılı solunum, larenks kaslarının tutulumuna bağılı fonasyon ve oromotor fonksiyon bozukluğuna bağılı artikülasyon güçlükleridir (11).

#### **2.1.9.7. Davranış problemleri**

SP'li çocuklarda otizm, anksiyete bozukluğu, dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu görülebilir. Bu çocuklarda korku ve endişe, spesifik fobiler, ayrılma anksiyetesi ve jeneralize anksiyete, mutsuzluk, depresif bozukluk daha sık görülebilir. Davranışsal ve psikiyatrik problemler hemiplejik tipte daha yaygındır. Hemiplejik SP'li çocukların %50-60'ında psikiyatrik ve davranışsal problemler bildirilmiştir. Kortikal-subkortikal lezyonlara bağılı olarak oluşan öğrenme güçlüğü normal popülasyondan çok daha fazla görülür (1).

#### **2.1.9.8. Görme problemleri**

Miyopi, ambliyopi, görme alanı defektleri (hemiplejelerde hemianopsi), kortikal körlük, okulomotor bir problem olan strabismus, prematürlerde sık görülen prematür retinopatisi SP’de görülen görme problemleri arasında yer alır (32).

Görme bozuklukları hastaların %62’sinde görülür. Görme keskinliği düşüklüğü %71, strabismus %50, hemianopsi %15- 25 oranında bildirilmiştir (29). Kas dengesizliği sıklıkla diplejik ve kuadriplejik çocuklarda görülür. Sekonder ambliyopi oluşabilir. Homonim hemianopsi, hemiplejik SP’li hastalarda görülebilir. Yukarı bakış paralizisi, saf diskinetik çocuklarda; nistagmus, ataksiklerde; izleme defekti ise tüm tiplerde görülür. Görme bozukluğunun nedeni olarak kırma kusurunun varlığının gözden kaçırılmaması çok önemlidir (28).

#### **2.1.9.9. İşitme problemleri**

Ototoksik ilaç maruziyeti, hiperbilirubinemi, veya intrauterin TORCH (toksoplazma, rubella, sitomegalovirus, herpes virus) enfeksiyonu işitme problemlerinin nedenlerinden olabilir (15). Fark edilmemiş işitme kaybı dil gelişimini etkileyebilir, bu da çocuğun disabilite profilini daha da karmaşık hale getirebilir (32).

İşitme kaybı genellikle sensorinöral tip olarak karşımıza çıksa da palatal distorsiyona bağlı olarak östaki borusu disfonksiyonunun sonucu olarak iletim tipinde de olabilir (14,28).

Gelişmekte olan ülkelerde SP’li vakalardaki işitme kaybının tipi, oranı ve şiddetinde belirgin farklılıklar mevcuttur. Olguların %7’sinde değişik düzeylerde bilateral işitme kaybı ve % 3-4’ünde şiddetli işitme kaybı görülür (33).

#### **2.1.9.10. Diş problemleri**

SP’li çocuklar kronik salya akışı ile besin ve sekresyonların kontrolündeki zayıflığa bağlı olarak diş çürükleri açısından risk altındadırlar (28). Bu hastalarda primer veya hiperbilirubinemi nedeniyle diş minesini bozukluğu, spastisiteye bağlı maloklüzyon, beslenme bozukluğuna bağlı çürük, antiepileptik kullanımına bağlı jiniyal hiperplazi görülebilir (11). Diş problemleri;ajitasyonda artışa neden olan, spastisiteyi kötüleştiren, ailenin bakımında güçlüğüne neden olan bir ağrı kaynağıdır.

Çocuklar açısından sosyal açıdan ters etkileri göz ardı edilemez. Bu nedenle 3 yaştan önce erken girişim ve tedavi önemlidir (28).

#### **2.1.9.11. Solunum problemleri**

Pulmoner sorunlar SP'li hastalarda sık görülen ve ciddiyetle takip edilmesi gereken problemlerden biridir. Solunum sistemi enfeksiyonlarındaki artmış risk hem ekstrinsik (kötü öksürmeye neden olan göğüs kaslarında zayıf kontrol ve anormal tonus artışı) hem de intrinsik (bronkopulmoner displazi) nedenlere bağlıdır. Respiratuar kasların kontrolünün kötü olması akciğer ventilasyonunu bozabilir. Tekrarlayan aspirasyon pnömonileri görülebilir (11,28).

SP'de yaşam süresini kısaltan ve ciddi morbiditeler oluşturan temel problem solunum problemleridir. Tekrarlayan pulmoner aspirasyonlar, patojen bakterilerle havayolu kolonizasyonu, bronşektazi gelişimi ve uykuda solunum bozukluğu yaşam süresini kısaltan en önemli etkenlerdir (34).

#### **2.1.9.12. Üriner problemler**

Üriner semptomlar; inkontinans, sık idrara çıkma, idrar yapmada güçlük, urgency (idrara yapması gerektiğini anormal olarak hissetmek), üriner retansiyon (miksiyondan sonra rezidü idrar kalması) ve üriner sistem enfeksiyonlarıdır (32).

Primer üriner inkontinans çocukların yaklaşık 1/4'ünde vardır (35). İnhibe edilemeyen mesane veya kontrol edilemeyen spastik detrüsör kontraksiyonu ile eksternal sfinkter spastisitesine bağlı olarak spastik dissinerjik mesane formunda olabilir.

Üriner semptomları olan vakaların yaklaşık 1/3'ünde normal ürodinamik bulgular görülür. En sık mesane kapasitesinde azalma, detrüsör aktivitesinde artma ve rezidü miktarında artış görülür (36).

Üriner inkontinans nedenleri arasında mobilitenin, iletişimin ve bilişsel işlevlerin azalması gösterilmektedir (11). 6 yaşında tetraplejiklerin %54'ü, hemiplejik ve diplejiklerin %80'i spontan olarak kontinans kazanırlar (29).

#### **2.1.9.13. Ağrı**

Kronik ağrı sağlıklı erişkinlerde %15 oranında bildirilirken, SP'li erişkinlerin %28'inde bildirilmiştir. Sırt ağrısı bütün tiplerde yaygındır ve en az prevalansı hemiplejiklerdedir. Ayak, ayak bileği ve diz ağrıları diplejiklerde; boyun, omuz ve baş ağrısı ise diskinetiklerde yaygındır (29). Ağrı fiziksel ve mental fonksiyonu etkiler, aktiviteleri azaltır ve izolasyona neden olur (37). İletişim kurulamayan çocuklarda tanınması ve tedavisi daha zordur. Yapılan bir çalışmada KMFSS seviyesi III-V olan ciddi SP'li 198 çocuğun %11'inde ağrı olduğu gösterilmiştir (15).

#### **2.1.9.14. Kas-iskelet sistemi problemleri**

Spastik tip SP'de bulunan motor bozukluklar diğer kas-iskelet sistemi bozukluklarına da neden olabilir. Ekstremitelerde asimetrik lineer büyüme olabilir (27). Spastisite eklem kontraktürlerine, kalça dislokasyonuna, skolyoza, lordozda artışa sebep olabilir (38).

#### **2.1.9.15. Osteoporoz**

SP'li çocuklarda beslenme bozukluğuna bağlı kalsiyum ve D vitamini eksiklikleri olabilir. Azalmış ağırlık taşıma ve spastisite de osteoporoza katkıda bulunabilir. Antikonvülzan ilaçlar D vitaminin metabolizmasında negatif etkiye sahip olabilir.

İmmobilizasyon da osteoporoz açısından önemli bir risk faktörüdür ve bu hastalarda patolojik kırıklar veya minimal aktiviteyle oluşan kırıklar nadir değildir (15).

#### **2.1.9.16. Spastisite**

##### **2.1.9.16.1. Tanım**

Spastisite, tonik germe reflekslerindeki (kas tonusundaki) hıza bağlı artışla karakterize motor bir bozukluk ve germe refleksinin aşırı uyarılması sonucu tendon cevabının arttığı pozitif bir üst motor nöron (ÜMN) bulgusudur (80,81). Spastisitenin hıza bağımlı bir fenomen olması hıza bağımlı olmayan rijidite ve distoniden ayrılmasını sağlar.

Spastisite fazik veya tonik olarak ikiye ayrılabilir; fazik spastisite tendon cevabının artması, tonik spastisite ise kas tonusunun artmasıdır (82).

#### **2.1.9.16.2. Patofizyoloji**

Spastisite patofizyolojisi oldukça karmaşık bir konu olup henüz tam olarak aydınlatılamamıştır. Santral sinir sisteminde inen yollarda fonksiyonel bir hasar sonucu spastisite ve reflekslerin artması ile üst motor nöron sendromu ortaya çıkar (86). Üst motor nöron hasarı sonrası birçok farklı mekanizmanın rol aldığı artmış bir motor nöron eksitabilitesi söz konusudur. Kas tonusunun artışına katkıda bulunan en basit sinir döngüsü segmental refleks arkıdır ve bu ark kas reseptörleri, omurilikteki bağlantı nöronları ve kasa giden motor nöron çıktısından oluşur. Sonuçta oluşan yanıt çeşitli sinaptik ve düzenleyici etkilerin toplamıdır ve refleks davranış aşağıda sıralanan uyarıların tümünün etkisinde düzenlenir (83).

- 1- Grup 1a ve 2 kas içcik afferentlerinden gelen eksitatuvar uyarılar,
- 2- Antagonist kaslardan gelen internöronal bağlantılar ile oluşan inhibitör uyarılar,
- 3- İnen yollardan kaynaklanan presinaptik inhibisyon (Bu aksonlar primer afferent (1a) sinir uçlarında sonlanır ve duyuşal afferentlerin postsinaptik membranı depolarize etme yeteneklerini azaltır),
- 4- Eksteroseptif (Ör: Deri) ve interoseptif (Ör: Visseral) afferent bilgiler.

Spinal ve supraspinal yollardan gelen binlerce eksitasyon ve inhibisyon uyarısının birleşmesi sonucunda ortaya çıkan denge, motor nöronun harekete geçip geçemeyeceğini belirler. Her deşarj innerve ettiği kas liflerine iletilir ve kasılma ile sonuçlanır.

**a. Nöral Mekanizmalar:** Spastisitede alfa motor nöron uyarılabilirlik artışını gösteren güçlü bulgular vardır. Bu artışın kaynağı ya eksitatuvar sinaptik girdi artışı ya da inhibitör sinaptik girdi azalmasıdır. Renshaw hücreleri omurilik ön boynuzunda yer alan küçük inhibitör internöronlar olup alfa motor nöron aksonlarından çıkan rekurren kollateral dallar ile aktive olurlar. Bu hücreler supraspinal bölgelerden inen aktivite ile de kontrol edilir. Merkezi sinir sisteminin daha yukarı lezyonları bu hücrelerin bazal

eksitasyonunda azalma ve sonuçta inhibitör aktivitelerinde azalmaya yol açabilir (83,84).

#### Spastik Hipertonide Olası Nöral Mekanizmalar:

- A. Motor nöronal eksitabilitede artma
  - a. Eksitatuvar sinaptik girdi artması
    - i. Segmental afferentler
    - ii. Bölgesel eksitatuvar internöronlar
    - iii. İnen yollar (lateral vestibulospinal yol vb.)
  - b. İnhibitör sinaptik girdi azalması
    - i. Renshaw hücre rekürren inhibisyonu
    - ii. 1a inhibitör internöronlar (resiprokal 1a inhibisyonu)
    - iii. 1b afferent lifler (golgi tendon organ inhibisyonu)
  - c. Nöronun intrensek elektriksel özelliklerinde değişiklik olması
    - i. Pasif membran elektrik özelliklerinde değişiklikler
    - ii. Voltaja duyarlı membran iletkenliğinde değişiklikler
- B. Motor nöronların germe ile oluşan sinaptik eksitasyonlarında artma
  - a. Gama efferent hiperaktivite
  - b. Kas afferentine daha duyarlı eksitatuvar internöronlar
    - i. Yan dallanma
    - ii. Denervasyon hipersensitivitesi
    - iii. Presinaptik inhibisyonda azalma

Resiprokal inhibisyon 1a internöronlar kullanılarak bir agonist kas kasıldığında antagonist kas grubunun gevşemesi esasına dayanır. Hem supraspinal merkezlerden inen yollar hem de kasılan kastaki içciklerden gelen 1a girdisi ile eksite olur. Bu internöronlar hem spinal motor nöronları hem de antagonist motor nöron havuzuna ait 1a internöronları inhibe ettikleri antagonist motor nöron havuzlarına akson gönderir. Bir spastik kas grubu kasılırken, antagonist kaslarda gerilme sonucu anormal tonik refleksler ortaya çıkarsa, sonuçta antagonist kas çiftlerinin birlikte spastik kasılması ekstremitayı katılaştırarak agonist tarafından oluşturulacak hareketin büyüklük ve hızını azaltacaktır. Spastik hastalar bu resiprokal inhibisyondaki azalmadan germe refleksi aşırı uyarılabilirliğinden daha fazla etkilenir.

Golgi tendon organ aktivitesi aynı kasa giden motor nöronları inhibe etme eğilimi gösterir. Supraspinal bir lezyon sonucu 1b inhibitor internöronlara giden uyarılarda azalacak ve germe refleksinde eksitasyon lehine bir durum oluşacaktır. Bunlardan başka motor nöronlar hücre içindeki elektriksel özelliklerinde değişiklik olmasına bağlı olarak da artmış uyarılabilirlik gösterebilirler (83). Germe refleksleri spastisitede hiperaktif olduğundan, kas boyundaki değişikliklere yanıt veren la afferentlerden alfa motor nöronlara kadar sinaptik uyarılabilirlikte artış görülür. Bu durum kas içcik afferentlerinin artmış dinamik fuzimotor aktivite nedeniyle gerilmeye karşı artmış yanıt göstermeleri ya da eksitatuvar internöronların afferent girdiye daha duyarlı hale gelmesi olmak üzere iki yolla olabilir (83,85).

1a afferentler beyin ve beyin sapından inen piramidal ve ekstrapiramidal yolların güçlü düzenleyici etkisi altındaki inhibitör bir internöron üzerine etki gösterir. Normalde kas içciklerinden gelen 1a girdisinin bir bölümü spinal motor nöronlar ile ilk sinapsına ulaşmadan önce bu presinaptik inhibisyon ile azalır. Suprasegmental lezyonlar bu inhibitör internöronların uyarılmalarını azalttığından presinaptik inhibisyonu azaltır ve normalden daha fazla uyarının ilk sinapsa geçmesine yol açar (83,84).

**b. Supraspinal Mekanizmalar :** İnlen yollar spastik kas hipertonisine direk olarak kortikospinal veya lateral vestibulospinal yollar ile ikinci motor nörona uzanan monosinaptik eksitatuvar etki veya indirekt olarak spinal refleks fonksiyonlarda internöron aktivasyonunun inhibisyonu şeklinde etki gösterir. Bu etkiler spinal motor nöronların uyarılabilirliğinde ve segmental refleks yanıtlarında değişiklikler şeklinde sınıflandırılabilir.

a) Motor nöron eksitabilitesinde değişiklikler: Lateral vestibulospinal yol supraspinal spastisite formlarındaki aksiyal ve ekstansör alfa motor nöronların artmış eksitabilitesinde önemli rol oynar.

b) Segmental refleks fonksiyonunda değişiklikler: Deri ve kas afferentlerinden girdi alan bölgesel internöronlar üzerinde inlen yolların inhibitör etkisinin kaybı normalde tamamen baskılanmış olan bir dizi güçlü segmental refleksin ortaya çıkmasında neden olur.

Sonuç olarak; disinhibisyon, denervasyon supersensitivitesi, yan dallanma ya da tüm bu nöronal mekanizmaların ortak işleyişi spastisitenin oluşmasına neden olabilir (83,84).

### 2.1.9.16.3. Klinik görünüm

ÜMN sendromu kortikal, subkortikal ya da omurilik yapılarının lezyonu sonrası ortaya çıkan anormal motor fonksiyon tanımlamak için kullanılan genel bir terimdir. Bu sendromda motor sorunlar anormal davranışlar (pozitif semptomlar) ve performans eksiklikleri (negatif semptomlar) olmak üzere ikiye ayrılabilir (Tablo 2.9.)

ÜMN sendromunda klinik görünüm etiyolojiden çok lezyon yerine bağlıdır. Serebral lezyonlara bağlı ÜMN sendromu ile spinal kökenli ÜMN sendromunun klinik görünümü farklıdır (51). Serebral lezyonlara bağlı spastisitenin şiddeti daha azdır. Klonus çok şiddetli değildir, alt ekstremitelerde ekstansör postür gözlenirken fleksör spazm daha azdır. Spinal lezyonlara bağlı spastisite ise daha şiddetli olabilir. Klonus ve sustalı çakı fenomeni sıktır ve alt ekstremitelerde daha çok fleksiyon postürü görülür (51).

Kas tonusu değişiklikleri serebral palsinin erken bir bulgusu olup doğum sonrası birkaç hafta ile 1 yıl sonrasına kadar sürebilen bir hipotoni yerini hiperrefleksi, klonus, postür bozukluklarına bırakır. Spastisiteye atetoz, korea, distoni eşlik edebilir (83).

**Tablo 2.9.** Üst Motor Nöron Sendromu (87)

| 1- Anormal davranışlar (pozitif semptomlar)                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2- Performans eksiklikleri (negatif semptomlar)                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Refleks salınım fenomenleri</li><li>- Hiperaktif proprioseptif refleksler</li><li>- Germeye karşı artmış, direnç</li><li>- Artmış kutanöz refleksler (nosiseptif veya fleksör geri çekme refleksi)</li><li>- Fleksör ve ekstansör spazmlar</li><li>- Otonomik kontrolün yitimi (Otonomik Disrefleksi)</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Becerilerde azalma</li><li>- Parezi/güçsüzlük</li></ul> |

#### 2.1.9.16.4. Spastisitenin değeriendirilmesi

**a. Spastisitenin yararlı ve zararlı etkileri:** Spastisitenin işlevsel yönünü belirlemek için hangi kas gruplarında bulunduğu, spastisitenin belirtileri, bu belirtilerin yararlı mı, yoksa zararlı mı olduğunun saptanması gerekir. Yararlarına bakacak olursak ekstansör spastisite ve spazmlar, ayakta durma ve yürümeye yardımcı olabilir. Ayrıca spastisite atrofiyi engeller, kemik mineralizasyonu üzerine olumlu etkisiyle osteoporoz oluşumunu bir ölçüde önleyebilir, venlere pompa etkisi oluşturarak alt ekstremitelerin dolaşımına yardım eder, alt ekstremitede kan göllenmesi, ödem ve DVT riskini azaltır. Torasik ve abdominal kasların spastisitesi öksürmeye ve bronşiyal sekresyonun temizlenmesine katkıda bulunur (83).

Yararlı etkilerinin yanında istemli kas kontrolünü engeller, spontan fleksör spazmlar ve klonus yürüyüş sırasında hastanın dengesini bozabilir, salınma evresini zorlaştırır, hastanın yatakta ve tekerlekli sandalyede bağımsız hareketlerine ve transferlere engel olabilir. Spastisite varlığında hareket için gerekli enerji miktarı artar, ortezlerin uygulanması güçleşir. Giyinme, banyo yapma, tuvalet etkinlikleri gibi günlük yaşam aktivitelerinde kısıtlanma olabilir. Addüktör spastisite perine bakımını zorlaştırabilir. Yineleyici spazmlar bası yarası oluşması açısından da bir risk faktörüdür. İzometrik spazmlar asimetrik oturma ve skolyoza neden olabilir. Fleksör ve ekstansör kas spazmları çoğunlukla ağrılı değildir. Bununla birlikte ciddi tonik fleksör spazmlar şiddetli ağrıya sebep olabilir (83).

**b. Spastisiteyi etkileyen faktörler:** Eklem kontraktürleri, konstipasyon, deri lezyonları (bası yarası, yanık, tırnak batmaları, ekzema), üriner sistem patolojileri (retansiyon, enfeksiyon, taş oluşumu), cinsel organ lezyonları (fimozis, vajinit, epididimoorşit), rektum patolojileri (hemoroidler, fissürler, anal fistül ve prolapsus), kas-iskelet sistemi patolojileri (kırıklar, çıkıklar, eklem içi yabancı cisimler), çok soğuk ve sıcak ortam, nem, stres, emosyonel bozukluk, depresyon, hastane çalışanlarıyla iletişim bozukluğu da spastisiteyi arttıran faktörlerdir

Spastisite kardiyak ya da pulmoner embolizm, spontan pnömotoraks, gastrik ve duodenal ülser, akut apandisit perforasyonu ve pankreatit gibi durumlarda ise ani olarak ortadan kalkabilir (83).

**c. Klinik değeriendirme:** Spastisitenin klinik değeriendirilmesi, değışken ve temel olarak klinik gözlemciye bağı ölçütler kullanıldığı için zorluklar içerir. Klinik

testlerin çoğunda uygulama metodu yeterince açık değildir. Değerlendirmeye hastanın öyküsü ile başlamak gerekir (88). Hangi kas gruplarının en fazla etkilendiği, spastisitenin hastaya olan yararlı ve zararlı etkileri, antispastik ilaç kullanımı, spazmların varlığı, sıklığı, günlük yaşam aktivitelerinde kayıp derecesi sorgulanmalıdır. Aynı zamanda spastisiteyi artıran ikincil nedenler (bası yarası, idrar yolu enfeksiyonu, üriner taşlar, fekalitler, tırnak batması, psikojenik travma) araştırılmalıdır (43). Bir sonraki adım hastanın muayenesidir. İnspeksiyonda gözlenen fleksör veya ekstansör spazmlar ve bunların sıklığı kaydedilir. Eklem hareket açıklığı limitasyonu, kontraktürler ve etkilenen kas grupları belirlenir. Tendon refleksleri, klonus, plantar yanıt ve üçlü fleksör yanıt değerlendirilmelidir (83). Hasta genellikle supin pozisyonunda rahat ve gevşemiş durumdayken, alt ve üst ekstremitelerde ayrı ayrı değerlendirilir. Muayene sırasında baş nötral pozisyonda olmalıdır; özellikle serebral palsili hastalarda baş ve gövdenin pozisyonu, tonik boyun ve labirent reflekslerini tetikleyip kas tonusunu artırabilir (43).

Kas tonusunda hıza bağlı olarak ortaya çıkan artışın yani spastisitenin ortaya çıkışını engellemek amacıyla yavaş hızda eklem hareket açıklığına bakılır ve ölçülen açı R2 ile gösterilir. Bu istirahat kas uzunluğunu gösterir. Hızlı olarak eklem hareket açıklığına bakılarak ölçülen açı ise R1'dir. R1 ve R2'nin tek başına değerlerinden çok aralarındaki ilişki önemlidir. R2-R1 farkının büyük olması kasın dinamik komponentini yani spastisitenin hakim olduğunu küçük olması ise kontraktürü gösterir.

Spastisitenin kantitatif ölçümü; ölçüm yapan kişiye bağımlı olması, hastadaki spastisitenin günden güne hatta aynı gün içinde dahi değişiklik göstermesi gibi nedenlerden dolayı oldukça zor ve karmaşık bir problemdir (83). Spastisitede kantitatif değerlendirme; tedavi planında, hastanın medikal ve fizik tedaviye yanıtının ölçülmesinde, prognoz tayininde oldukça önemlidir. Ama tam etkin ölçüm metodu henüz mevcut değildir (43).

Başlıca ölçüm metodları:

- i) Klinik değerlendirme skalaları
- ii) Biyomekanik değerlendirmeler
  - a) Pendulum testi
  - b) İzokinetik dinamometreler

iii) Nörofizyolojik-Elektrofizyolojik değerlendirmeler

a) H yanıtı

b) H/M oranı

c) F Yanıtı, F/M oranı

d) T refleksi

e) Tonik vibrasyon refleksi

f) Fleksör geri çekme refleksi

g) Klonus

iv) Yürüme analizi (dinamik EMG, kinematik ve kinetik kayıtlama)

#### **i. Klinik Değerlendirme Skalaları:**

- Ashworth Skalası (Ashworth B. - 1964)
- Modifiye Ashworth Skalası (Bohannon RW and Smith MB - 1987)
- Penn Spazm Sıklık Skalası (Penn RD et al. - 1989)
- Spazm Şiddet Skalası (Spasm severity scale)
- Hijyen Skalası (Snow et al. - 1990)
- Derin Tendon Refleksleri Değerlendirme Skalası
- Klonus Skoru
- Plantar Stimülasyon Yanıt Skalası
- Fugl Meyer Skalası
- Barthel İndeksi, FBÖ
- Özürlülük Değerlendirme Skalası [Disability Assessment Scale]
- Tonus Değerlendirme Skalası [Tone Assessment Scale]
- Tardieu/ Modifiye Tardieu Skalası
- Multiple Skleroz Spastisite Skalası [Multiple Sclerosis Spasticity Scale (MSSS-88)]

Serebral palsili çocuklardaki spastisiteyi değerlenmek için en sık Modifiye Ashworth Skalası (MAS) ve Modifiye Tardieu Skalası (MTS) kullanılmaktadır. Ashworth Skalası 1964 yılında tanımlanmış ve 1987 yılında modifiye edilmiştir (Tablo 2.6, 2.7) (43). Tardieu Skalası, orijinali 1954 tanımlanmış, 1999'da Boyd ve Graham tarafından orijinal skalaya ekstremitelerin değerlendirme pozisyonları ve

spastisite açısı eklenerek modifiye edilmiştir. (Tablo 7.) (47,53). MTS ile dinamik kas uzunluğu değerlendirilir, hızlı pasif germeye alınan yanıtın derecelendirmesi yapılır.

## **ii. Biyomekanik Değerlendirmeler:**

Bu değerlendirme yönteminde germe refleks aktivitesindeki değişimler ölçülür. Biyomekanik değerlendirmeler ekstremiteye bir germe uygulanıp, germeye karşı direncin hissedildiği Ashworth Skalası'nın genişletilmiş halidir. Kontrollü bir uyarı verilerek harekete karşı mekanik cevap, moment (torque), pozisyon algılayıcıları ve elektromyografi (EMG) kullanılarak ölçülür.

Biyomekanik ölçümler; klinik ölçümler ile korele olan, tekrar edilebilir, tutarlı, objektif ölçümlerdir ancak klinik uygulamada çok tercih edilmez. Kompleks ve pahalı araçların gereksinimi bu tekniklerin kullanımını sadece araştırmalar ile sınırlamıştır (43,89,90).

- **Pendulum Testi:** Yerçekimini kullanarak spastisiteyi değerlendirir. Gevşek ekstremitelerin zorlanmış harekete direnci, kuadriseps ve hamstring kaslarında spastik hipertotoninin derecesini yansıtır. Normal ve spastik hastalarda sırtüstü yatar pozisyonda değerlendirilir. Spastik alt ekstremitte distal uyluk seviyesinden, masanın kenarından sarkıtılır. Bu şekilde diz eklemi kolaylıkla fleksiyon ve ekstansiyona gelebilir. Ekstremitte ekstansiyon pozisyonundayken bırakılır, pendulum şeklindeki diz hareketi elektrogonyometre ile ve hareket oranı takometre ile değerlendirilir. Genellikle grafikte sinüzoidal paternler elde edilir. Bunların yavaşlaması ve sönük olması tonus artışı lehinedir (89).

- **İzokinetik Dinamometreler:** İzokinetik dinamometreler, tedavi-ilaç etkinliğini değerlendirmede ve araştırma amaçlı spastisitenin objektif ölçümünde kusursuz, tekrar edilebilen ölçüm yöntemleridir. Gevşemiş haldeki hastanın ekstremitelerinin pasif olarak belli açısal hızlarda hareket ettirilmesi ile harekete karşı direnç ölçülür. Pik tork, tork, iş, eşik açısı gibi birimlerle değerlendirilir (43).

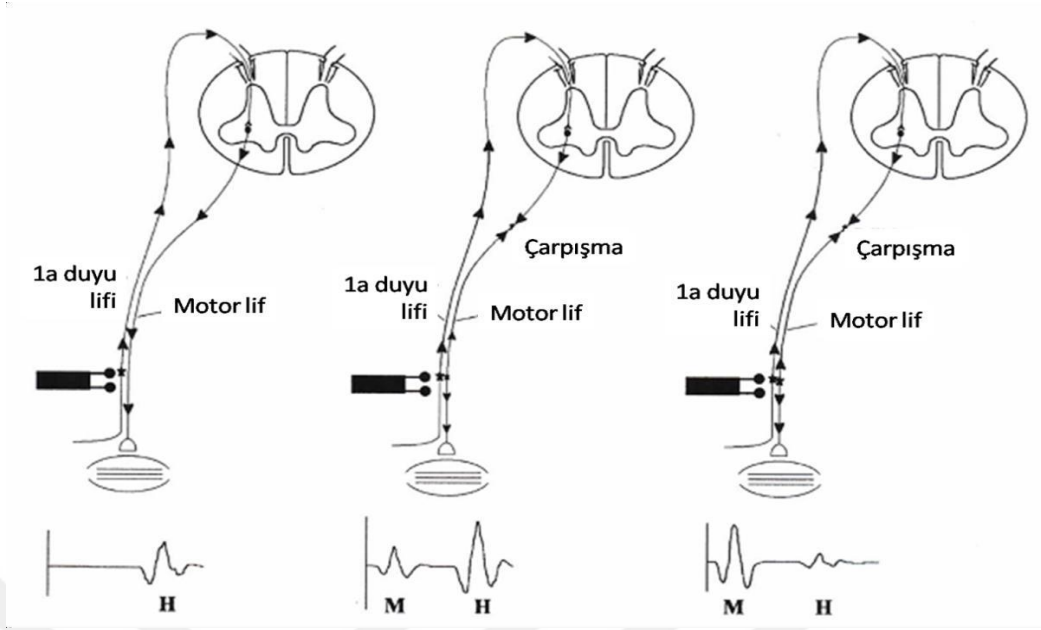
## **iii. Elektrofizyolojik Değerlendirmeler:**

Omurilikteki nöronal devreleri incelemek ve spastisiteyi değerlendirmek için elektrofizyolojik refleks çalışmalarından yararlanılabilir. Elektrofizyolojik test, spastik hastada omurilik fonksiyonundaki ve spinal reflekslerdeki değişiklikleri incelemeye kullanılan mükemmel bir araçtır. Ama spastisiteyi değerlendirmede klinik yararlılıkları tartışmalıdır (89,91).

- **H refleksi:** 1918 yılında Hoffman tarafından tanımlanan H-refleksi (Hofmann refleksi), EMG laboratuvarlarında en çok kullanılan reflekstir. Bu geç latanslı yanıtın aşıl refleksine eşdeğer monosinaptik bir refleks olduğunu düşünülmüştür, yapılan çalışmalarla da bu düşünce doğrulanmıştır. Bu monosinaptik refleksin afferenti 1a duyusal lifler, efferenti ise alfa motor liflerdir. Yenidoğan döneminde tüm kaslardan elde edilebilirken bir yaşından sonra sağlıklı bireylerde genellikle soleus ve fleksör karpi radialis (FKR) kaslarından elde edilebilir (92).

H refleksi doğrudan doğruya omurilikteki kasa ait alfa motor nöron havuzunun uyarılabilirlik seviyesini gösteren bir parametredir. Tendon refleksleri ise kas içcikleri ve dolayısıyla fusimotor nöronların uyarılabilirliklerine bağlı olarak değiştikleri için daha çok gamma motor sisteminin aktivasyon derecesini yansıtır. Spinal şokta klinik olarak tendon arefleksi olduğu halde, H refleksi alınır. Belirgin amplitüd azalması göstermez. Bu bulgu fusimotor nöronların depresyonunu, fakat alfa motor nöron uyarılabilirliğinin normal kaldığını gösterir (43).

H refleksi genellikle gastroknemius-soleus kasından elde edilir. Bipolar yüzeysel uyarı elektrodu aktif elektrot proksimalde olacak şekilde popliteal fossa hizasında posterior tibial sinire uygulanır. Toprak elektrodu ise uyarıcı ile kayıt elektrot arasına yerleştirilir. H refleksi yüksek durasyonlu (0.5-1 msn) ve submaksimal uyarı ile elde edilir. Uyarım şiddeti arttıkça H refleksi amplitüdü artmaya devam eder, bu sırada uyarıyı takiben 3-5 msn içerisinde M yanıtı belirir. Uyarım şiddeti arttıkça H amplitüdü ufalır, M yanıtının amplitüdü ise gittikçe artar. Maksimal ya da supramaksimal uyarı şiddetine erişildiğinde geç yanıt artık kaybolur, M yanıtı amplitüdü maksimal olarak kaydedilir. M yanıtı kasın efferent sinirinin direkt uyarımına bağlı bir yanıttır. O kasa ait omurilikteki tüm alfa motor nöronların birlikte aynı anda boşalımı sonucu meydana gelen kas yanıtıdır (43,92,93) (Şekil 2.10).



**Şekil 2.10.** H refleksi ve M yanıtı (94)

H-refleksinin iletim zamanı (latansı) 26-34 msn arasında değişir. 50 yaş üzeri kişilerde ise genellikle 30 msn ve yukarıındadır. Total amplitüdü 1,1-12 mV arasında olup, ortalama 4-6 mV'dir. H refleksi difazik veya trifazik bir dalga şeklindedir (43,92).

Erişkinlerin aksine H refleksi bebeklerde birçok kastan kolaylıkla elde edilebilir. Kol ve el kaslarında kolayca bulunabilir. Ancak bebek 1 yaşına yaklaştığında kolda bu refleksi bulma sıklığı giderek azalır ve 1 yaşından sonra sadece soleus kasından elde edilebilir hale gelir. Yeni doğan bebeklerde H refleksi latansı boy kısalığı ile alakalı olarak erişkin halinin %60'ı kadardır (Tablo 2.10) (92,95). 1 yaşından sonra boy uzaması, myelinizasyon artışı, incelenen sinirlerin uzunluğunun artışı ile latans uzar. Pubertede ekstremitelerde boy uzamasında durma ile beraber erişkin değerine ulaşır. Sonuç olarak H refleksi latansının ile boy uzunluğu arasında güçlü bir korelasyon, yaşla ilgili ise zayıf fakat anlamlı bir korelasyon vardır (92).

**Tablo 2.10.** İnfantlarda ve çocuklarda gastroknemius kasından ölçülen h refleksi latans ve amplitüdüleri (95).

| Yaş         | Latans (msn) |           |              | Amplitüd (mV) |          |
|-------------|--------------|-----------|--------------|---------------|----------|
|             | Ortalama     | Aralık    | Normal Limit | Ortalama      | Aralık   |
| 1-3 günlük  | 15,7         | 13-17     | 17           | 5,8           | 2,2-8,2  |
| 4-30 günlük | 14,8         | 13-17     | 17           | 7,2           | 4,1-8,4  |
| 1-5 aylık   | 14,3         | 14-15     | 15           | 5,4           | 2,3-9,4  |
| 6-12 aylık  | 14,9         | 13,5-16,5 | 16,5         | 6,4           | 2,8-12,2 |
| 1-3 yaş     | 15,8         | 14-18,5   | 18,5         | 9,4           | 4,3-13,9 |
| 3-7 yaş     | 17,7         | 16-19,5   | 19,5         | 13,8          | 8,4-20,0 |

- **Maksimal H/M oranı:** Soleus kasından supramaksimal şoklarla elde edilen M-yanıtının genel olarak, kasın tüm motor sinir liflerinin senkron uyarımı sonucu ortaya çıktığı kabul edilir. M-yanıtı o kasın segmental spinal düzeydeki tüm alfa MN'lerinin aynı anda boşalımı sonucu meydana gelebilecek kas aktivasyonuna eş değerlidir. Elde edilen en büyük H-yanıtı ise aynı MN havuzunun monosinaptik refleks eksitabilitesinin bir ölçümü olarak kabul edilir. Maksimal H-yanıtı amplitüdünün maksimal M-yanıtı amplitüdüne oranı MN havuzunun refleks yol ile uyartılabilme derecesini verir. Maksimal M-yanıtı stabil olduğu için maksimal H/M oranı güvenle kullanılabilir. Normal bireylerde bu oran 0,15-0,50 civarındadır. Ancak 0,04-0,75 arasında değişebilir. Bu yöntem tonus bozukluğu ile giden hastalıkları izleme olanağı sağlar. Örneğin spastisitede bu oran 1,0'e ulaşabilir. Yani refleks yolla o kasın tüm MN'leri uyartılabilir (92).

- H refleksi radikülopati, pleksopati, polinöropati, amiotrofik lateral skleroz (ALS), spastisite varlığında yol gösteren bir tetkik olabilir.

Spastisiteyi değerlendirmede  $\alpha$  motor nöron uyartılabilirliği arttığından, presinaptik inhibisyon, resiprokal inhibisyon, rekurren inhibisyon ve polisaptik değişiklikler olabildiği için H refleksi çalışması önemli bir yer tutar (96).  $\alpha$  motor nöron uyartılabilirliğindeki artıştan dolayı, amplitüd büyür, bazı çalışmalarda ise latans kısalmış olarak bulunmuştur. Soleus kası için latans (0.46x medial malleol ile uyarı

noktası arasındaki mesafe  $+ 0.1 \times \text{yaş}$ ) olarak tanımlanmıştır (97). Sağlıklı bireylerde soleus kasının H refleksi normal latansı 30 msn, M yanıt latansı ise 5-10 msn olarak kabul edilebilir (96). Spastisitede H refleksi latansı kısalmış olarak bulunabilir (98). Her iki ekstremité arasındaki motor nöron uyarılabilirliğinin farkını anlamak için aradaki latans farkına bakmak anlamlı olabilir. Latans farkının normal değeri soleus kası için 0.4- 0.5-1.5 yaşlılarda ise 1.8 olarak bildirilmiştir (99-101).

H refleksi değerlendirmesinde kullanılan bir diğer parametre ise yenilenme (recruitment) eğrisidir. Bu eğri uyarı şiddetinin adım adım arttırılması ile elde edilen H ve M yanıt amplitüdlerinin grafiğidir. Hslope/Mslope ise H ve M eğrilerinin yükselen kollarının lineer regresyon çizgi açılarıdır. Bu açı spastisitede artar (102). Yapılan bazı çalışmalarda ise Hslp/Mslp oranının Hmaks/Mmaks'a göre motor nöron uyarılabilirliğini daha iyi gösterdiğini ve Hslp'un rekrutman hakkında daha iyi bilgi verdiği yönündedir (103,104).

Presinaptik inhibisyon ise H refleksi vibrasyon-inhibisyon oranıdır. Burada ilgili kasın tendonuna vibrasyon uygularken çıkan H refleksi amplitüdü ile vibrasyon uygulanmayan H refleksi oranına bakılır. Spastisitede bu değer azalma eğilimindedir. (96).

- **F yanıtı:** M potansiyelinden sonra görülen geç latanslı potansiyele F yanıtı denir. F yanıtı antidromik olarak aktive edilen ön boynuz hücrelerinin ateşlenmesi sonucu elde edilen bir yanıt olduğu için proksimal segmentlerin durumu hakkında bilgi sağlar (92).

F yanıtı polinöropatilerde, tuzak nöropatilerde, ALS ve radikülopatilerde değişikliğe uğrar. Spastisitede F yanıt amplitüdünde, persistansında ve F/M oranında artış olur (94,105).

- **T refleksi:** T refleksi monosinaptik germe refleksinin elektronik refleksi çekici kullanılarak objektif olarak değerlendirilmesidir. Monosinaptik bir refleksi olan kas germe refleksi üst ve alt motor nöron uyarılabilirliğini değerlendirmek için kullanılmaktadır. H refleksinde olduğu gibi afferentleri 1a lifler, efferentleri ise  $\alpha$  motor liflerdir. H ve T refleksi arasındaki fark; H refleksine bakarken uyarının direkt 1a duyusal lifleri uyarması T refleksinde ise tendona vurularak kas içiğindeki germe reseptörlerinin aktive edilmesi bunun sonucunda 1a liflerinin uyarılmasıdır. H refleksi

kas iğciklerini atladığı için H ve T refleksinin karşılaştırılması,  $\gamma$ - motor sistem ile kontrol edilen kas iğciklerini değerlendirmede kullanılabilir (105).

Spastisitede latans kısalır, amplitüd ve T/M oranı artar (96).

- **Tonik Vibrasyon Refleksi:** Tendon veya kasa uygulanan titreşimsel uyarı seçici olarak kas iğciklerini uyarır ve aynı şiddette devam eden kas kasılmasına yol açar. Bu tonik vibrasyon refleksi (TVR) tonik germe refleksini uyarır. Tonik germe refleksi postural ve istemli hareketlerde yarar sağlar. (105).

Aşıl tendon üzerine vibratör uygulaması, soleus H-refleksini inhibe eder. Bu şekilde presinaptik inhibisyon değerlendirilir. Spastisitesi olan hastalarda bu inhibisyon olmaz (43).

- **Fleksör Geri Çekme Refleksi:** Polisinaptik spinal kord refleksleri alt ekstremitelerde fleksör çekilme refleksi ile değerlendirilebilir. Plantar bölgenin mekanik, elektrik veya sural sinirin uyarımı ile ipsilateral tibialis anterior veya hamstring kas kayıtları elde edilir. Kayıt elde edilen eşik şiddeti, yanıtın durasyonu veya alanı analiz edilir (106).

- Global internöronal aktiviteyi yansıtır. Üst motor nöron lezyonundan sonra erken dönemde yoktur (89).

- **Klonus:** Klonus distal eklemlerde osilasyon yapan istemsiz kas kontraksiyonlarıdır. Bu durum pozisyonlama ve yürümede zorluk yaratabilir. Gastrosoleus ve tibialis anterioru yüzeyel elektrodla kayıtlanarak amplitüd, çıkış frekansı ve boşalım arası süre değerlendirilebilir (106).

Yapılan bir çalışmada soğuk tedavisi ile klonusun klinik ve elektrofizyolojik parametrelerinde belirgin düzelme olduğu bildirilmiştir (107).

#### **iv. Yürüme Analizi (Dinamik EMG, Kinematik ve Kinetik Kayıtlama):**

Kantitatif yürüme analizleri ile kinematik, kinetik ve kas aktivitesi olmak üzere üç komponent ölçülür. Kinematik ölçümler için optoelektronik hareket analiz sistemleri, kinetik ölçümler için kuvvet platformları ve yürüme esnasındaki çok sayıda kasın elektrik aktivitesini ölçmek için ise çok kanallı dinamik EMG cihazları kullanılmaktadır. Spastisite mevcudiyeti özellikle SP'li çocuklarda yürümeyi olumsuz etkiler. Spastik alt ekstremitelerin değerlendirilmesi için motor bozukluğun nörolojik komponentleri (motor kayıp, spastisite, ko-kontaksiyon, duyuusal kayıp) ve nörolojik olmayan komponentleri (kontraktür) belirlenmelidir (43).

### **2.1.10. Serebral Palside Tedavi Yöntemleri**

SP'li olguların tedavisi hastanın yaşı ve fonksiyonel durumu göz önüne alınarak belirlenmelidir. Hastanın nörolojik gelişimi ve kas-iskelet sistemi durumunun yanında bilişsel fonksiyonları ve motivasyonu, ailenin sosyoekonomik düzeyi ve hedefleri de tedavinin planlanma sürecinde önemlidir. Hastanın nöbetleri, yutma bozukluğu, konuşma bozukluğu, görme-iletişim problemleri gibi eşlik eden problemleri de ihmal edilmemeli; tedavi programının öğelerinden biri de bunlara yönelik tedaviler olmalıdır (5).

Serebral palsy tedavisinin fizyatrist, ortopedist, nörolog, kulak-burun-boğaz uzmanı, göz uzmanı, beyin cerrahı, fizyoterapist, iş-uğraşı terapisti, konuşma terapisti ve psikolog gibi birçok branştan kişinin uzmanlığını ve işbirliğini gerektiren ekip çalışmasına gereksinimi vardır. Tedavide amaç; mevcut beyin hasarının tedavisi değil çocuğun varolan nöromotor kapasitesi ile gerçekleştirebileceği optimum fonksiyonu kazandırmak ve serebral palsy komplikasyonlarını azaltmaktır. Bu nedenle hizmetlerin ömür boyu verilmesi gerekir (5,14,108).

Serebral palsy tedavisini özetlemek gerekirse;

#### **1) Medikal tedavi:**

Beslenmeyi düzenlemek

Nöbetleri durdurmak

Genel sağlık önlemleri (aşılama)

Spastisite ve hareket bozukluğunu azaltmak

Oral medikasyonlar

İntratekal medikasyonlar

Kemonöroliz (fenol,botulinum toksini)

#### **2) Psikolojik tedavi**

#### **3) Özel eğitim**

#### **4) Fizyoterapi**

#### **5) İş-uğraşı terapisi**

#### **6) Sanal gerçeklik terapisi ve robotik rehabilitasyon**

#### **7) Elektrostimulasyon**

Fonksiyonel elektrik stimülasyon yöntemleri

Repetitif manyetik stimülasyon

## **8) Ortezler**

### **9) Ortopedik tedavi**

Düzeltilici alçılama

Cerrahi Tedavi

### **10) Nöroşirurjik girişimler**

Talamotomi

Derin beyin stimülasyonu

Selektif dorsal rizotomi (109)

#### **2.1.10.1. Spastisite tedavisi**

Spastisitesi olan çocuğun tedavisi planlanmadan önce hastanın işlevsel eksikliklerini tanımlamalı, pozitif veya negatif bulgulardan hangisinin bu işlevsel eksikliklerden sorumlu olduğu saptanmalıdır. Pozitif bulgularla ilgili işlevsel eksikliklerde antispastik tedavi oldukça faydalı olurken, negatif bulgular tedaviye daha az yanıt verir (83).

Tedavi spastisitenin klinik etkileri ve neden olan nörolojik lezyona göre değişebileceğinden multidisipliner rehabilitasyon üyeleri tarafından hastaya özgü olarak planlanmalıdır (84). Spastisite sonucu gelişen komplikasyonlardan erken dönemde pozisyonlama, splintleme ve germe egzersizleri yoluyla kaçınmak tedavinin ilk amacıdır.

Spastisite tedavisinin amaçları:

1. Ağrı ve spazmı azaltmak
2. Mobilitiyi artırmak
3. Eklem hareket açıklığını artırmak
4. Ortez kullanımını kolaylaştırmak
5. Dış görünümü düzeltmek
6. Pozisyonlamayı kolaylaştırmak
7. Cerrahi girişimi önlemek veya ertelemek
8. Kontraktür, heterotopik ossifikasyon, dekübit ülseri gibi komplikasyonları önlemek
9. Hijyen sağlamak olarak özetlenebilir (83).

Spastisite uygulanan tedavi yöntemleri:

- 1- Konvansiyonel tedavi
- 2- Fizik tedavi ve rehabilitasyon yöntemleri
- 3- Robotik rehabilitasyon
- 4- Medikal tedavi: Baklofen, Tizanidin, Dantrolen, Diazepam, Klonidin.
- 5- Lokal tedavi: İntratekal baklofen, fenol blokajı, botulinum toksin uygulaması.
- 6- Cerrahi yöntemler: Ortopedikve nörosirurjik operasyonlar

❖ **Konvansiyonel Tedavi:** Amaç; spastisiteyi artıran nedenlerin araştırılması ve giderilmesi, hasta ve refakatin eğitimi ve doğru pozisyonlama ile spastisitenin en aza indirilmesi ve komplikasyonların önlenmesidir (83).

1. Hasta ve refakat eğitimi: Spastisiteyi artıran ve azaltan etmenler, spastisitenin yararı ve zararı, doğru pozisyonlama ve taburculuk sonrası yapılması gereken egzersizler ve spastisitenin komplikasyonları hakkında bilgi verilmelidir (83).

2. Pozisyonlama: Uygun pozisyonlama ile deformite ve kontraktürlerin gelişimi, bası yarası oluşumu önlenir, denge korunur, düzgün yürüme sağlanır ve günlük yaşam aktivitelerinin kolay yapılmasına yardımcı olunur.

❖ **Fizik tedavi rehabilitasyon yöntemleri:** Fizik tedavi ve rehabilitasyon uygulamaları aşağıda özetlenmiştir:

▪ Eklem hareket açıklığı (EHA) - Germe egzersizleri: Pasif EHA egzersizleri spastisite ve kontraktürleri önlemede yararlıdır. Spastik kaslara yavaş ve dikkatli germe yapılmalıdır. Günlük statik germe, refleks hiperaktiviteyi azaltır ve bu durum egzersiz sonrası da devam eder. Germe egzersizleri kas içiği duyarlılığının artırmakta ve kas kısılmasını önlemektedir. EHA ve germe egzersizlerinin günde en az iki kez yapılması önerilir (84).

▪ Soğuk ve sıcak uygulama: Soğuk uygulaması gama motor nöron ve daha sonra kas içiği ve golgi tendon organı afferentlerinin aktivitesinin azalmasına neden olur. Soğuk uygulaması ile ciltteki reseptörlerin uyarılmasıyla birlikte alfa motor nöron aktivitesi kolaylaşır. Dolayısıyla kas tonusu önce artar fakat soğuma devam ederse kas içiği ve gama motor nöron aktivitesinde azalma görülür. Sıcak uygulama ile kas içiği ve gama liflerinin aktivitesinde azalır. Golgi tendon organını eksitabilitesi artar. Böylece kas tonusu inhibe edilir (84,93).

▪ Ultrason: Ultrasonun spastisiteye etkisi mevcuttur. Spastik kaslara uygulanan düşük dozda ultrason (0.76 w/cm<sup>2</sup>) spastisiteyi artırır. Daha yüksek doz ultrason ise (1.9 w/cm<sup>2</sup>) spastisiteyi önemli ölçüde azaltır. Ancak bu etki 10-15 dakika sürer (111).

▪ Elektrostimülasyon yöntemleri: Resiprokal inhibisyon yoluyla spastisiteyi azaltmak için antagonist kaslara uygulanabileceği gibi kasları inhibe etmek ya da yormak için agonist kaslara da uygulanabilir (111). Spastik kasların üzerine konulan yüzeyel elektrodlar yardımıyla alçak frekanslı elektrik akımları kullanılarak stimülasyon yapılmasının spastisiteyi kısa sürelerle azalttığı gözlenmiştir. Ancak hafif ağrılı olması, etkisinin kısa süreli oluşu ve uygulamanın ancak hastane içi koşullarda terapi ünitelerinde uygulanabilmesi nedeniyle bu yaklaşım ancak fizyoterapi seansının bir parçası olarak kullanılabilir (28).

▪ EMG Biofeedback: Spastisitesi olan hastaya kas aktivitesini veya gevşeme durumunu görsel ve işitsel yolla bildiren bir uygulamadır. Etkilenen kas gruplarının kasılması ve gevşetilmesinin yeniden öğretilmesi tekniğine dayanır (112).

▪ Ortez: Ortezler vücudun herhangi bir bölümünü desteklemek, hareketini engellemek veya artırmak için dışarıdan uygulanan plastik veya metal cihazlardır. Ortezlerin genel kullanım amaçları şu şekilde özetlenebilir:

- Fonksiyonu artırmak;
- Kontraktür ve deformite gelişimini önlemek;
- Ekstremiteleri fonksiyonel pozisyonda tutmak;
- Ekstremiteler ve gövdeyi stabilize etmek;
- Zayıf kas fonksiyonlarını desteklemek;
- Selektif motor kontrolü artırmak;
- Spastisiteyi azaltmak;
- Ameliyat sonrası dönemde ekstremiteleri korumak

Ortez kullanımı ile statik deformite düzeltilemez (5,110). Baston, koltuk değneği gibi yardımcı cihazlar ise denge ve emniyeti sağlamak, enduransı arttırmak ve yük dağılımını düzenlemek için kullanılır (5).

#### ❖ **Medikal tedavi:**

SP'li çocuklarda spastisitenin tedavisinde oral yoldan baklofen, dantrolen, benzodiazepinler ve tizanidin kullanılabilir (113).

**1. Diazepam:** Kullanılan en eski antispastik ilaçtır. Gama-aminobutirik asit (GABA) agonisti olup beyin sapı, retiküler formasyon ve spinal kordda GABA'nın postsinaptik etkilerini kolaylaştırır ve artırır. Hem beyin hem omurilik düzeyinde etki gösterdiğinden dolayı yüksek doz verildiğinde merkez sinir sistemindeki yan etkileri belirginleşir. Günlük toplam doz 0,5-15 mg veya 0,12-0,8 mg/kg/gün arasında değişmektedir. Günde iki ila üç kez verilebilir. Halsizlik, yorgunluk, ataksi veya koordinasyon bozukluğu, hipersalivasyon, uykuya meyil, hafıza bozukluklarına yol açabilir, etkilerine tolerans gelişebilir, bağımlılık yapabilir, santral sinir sistemi depresyonuna neden olabilir (5). Yüksek dozda solunum depresyonu yapar. Sedatif etkisi belirgindir ve alışkanlık yapabilir (11).

**2. Baklofen:** Baklofen merkezi sinir sistemindeki ana inhibitör nörotransmitter olan GABA'nın agonistidir. Baklofen etkisini ağırlıklı olarak spinal kordda gösterir, internöronun ikinci motor nöron üzerindeki inhibitör etkisini artırarak spastisiteyi azaltır. Oral Baklofen'in etkisini gösterebilmesi için beyin omurilik bariyerini aşarak omuriliğe ulaşması gerekir. Bu yaklaşık 1 saat sürer ve etki süresi de 8 saat kadardır. Dolayısıyla günde üç ila dört kez verilmelidir. Yaygın kullanımına rağmen çocuklarda farmakokinetik özellikleri yeteri kadar bilinmemektedir. Baklofene düşük dozla başlayıp (2,5-5 mg/gün) maksimum doza (40-80 mg /gün) progresif olarak çıkılmalıdır. Sedasyon yaratabilir, nöbet eşiğini düşürür (5, 11).

**3. Tizanidin:** Tizanidin bir alfa- 2 adrenerjik reseptör agonistidir. Hem spinal hem de supraspinal olarak alfa-adrenerjik reseptörlere etki ederek spinal internöronların presinaptik terminalinden eksitatör aminoasitlerin salınımını önler aynı zamanda inhibitör bir nörotransmitter olan glisin salınımını uyarabilir. Erişkinlerde 2- 4 mg 4 saatte bir dozu ile başlanarak toplam 36 mg'a kadar çıkılabilir. Sersemlik, baş dönmesi, halüsinasyon, ağız kuruluğu, ortostatik hipotansiyon, karaciğer fonksiyon testlerinde yükselme yapabilir. Pediatrik hasta popülasyonu ile ilgili yeterli kanıt mevcut değildir (5,11).

**4. Dantrolen Sodyum:** Dantrolen intrafusal ve ekstrasfasal kas liflerine etki ederek sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum salınımını azaltır. Halsizlik, yorgunluk, uyku hali, diyare gibi yan etkileri dışında en önemli yan etkisi hepatotoksisitedir. Günlük 12,5 mg olarak başlanıp en fazla 12 mg/kg veya 400 mg/gün dozuna progresif

olarak çıkılmalıdır (5). Ülkemizde henüz bulunmayan bu ilaç yurt dışında 25, 50 ve 100 mg'lık kapsüller ve 20 mg'lık ampül formu halinde satılmaktadır.

**5. Klonidin:** Alfa-2-agonist ve santral etkilidir. Presinaptik inhibisyonu artırarak antispastik etki gösterir. Motor nöron depresyonu yaparak omurilik yaralanmasına görülen hipertoni ve spastisiteye etki eder. Başlangıç dozu 2x0,05 mg olup 4x0,1 mg'a kadar doz artırılabilir. Ortostatik hipotansiyon, bradikardi, depresyon gibi yan etkileri mevcuttur (51).

**6. Siproheptadin:** Non-selektif serotoninerjik antagonisttir. Omurilik yaralanması olan hastalardaki spastisite tedavisinde etkili olduğu çeşitli çalışmalarda gösterilmiştir (51).

**7. Gabapentin:** Antikonvülzan amaçla kullanımı sırasında spastisiteyi de azalttığı anlaşılmıştır. Günlük doz günde üç kere 300-400 mg maksimum doz 3600 mg/gündür. Özellikle omurilik yaralanmasına bağlı spastisitede etkin olduğu gösterilmiştir (51).

**8. L-Dopa:** Distonik ve atetoid tedavisinde bugün için kullanılan spesifik ve etkili biroral medikasyon mevcut değildir. En düşük günlük L-Dopa dozundan bölünmüş dozlar halinde başlanarak etki ve yan etki gözlenerek artırma yoluna gitmek gerekir. 62,5, 125 ve 250 mg'lık L-Dopa tabletleri bulunmaktadır. Yan etkiler değişken olup bulantı kusma tarzı gastrointestinal yan etkiler ve kronik kullanımda psikotik etkiler en sık karşılaşılanlarıdır (74).

**9. Diğer:** Opioidler, L-treonin ve glisin gibi aminoasitler, 4-aminopiridin (potasyum kanal blokeri), orfenadrin sitrat (antiparkinson, antimuskarinik), mariyuana, canabis, herbal ve homeopatik ajanlar spastisitede yaygın kullanılabilmesi için klinik araştırmalar yapılan ajanlardır (51).

#### ❖ *Lokal Tedaviler*

**1. İntratekal Baklofen İnfüzyonu:** Oral ilacın yetersiz kaldığı veya yan etkisi nedeniyle doz artırımı yapılamadığı yaygın ve ciddi spastisitede tercih edilen bir yöntemdir (51).

Ağızdan alınandan 30 kat daha fazla konsantrasyonda beyin omurilik sıvısına (BOS) geçme avantajı sağlar. Ayrıca yan etkiler daha az görülür. Bu yöntemde baklofen, BOS içerisine vücuda yerleştirilmiş bir pompa ve buna bağlı bir kateter sayesinde doğrudan verilmektedir. Uygulama öncesi bir test yapılarak, intratekal

baklofenin hastanın kas tonus artışında belirgin azalma yapıp yapmadığına bakılmakta ve testin sonucuna göre pompa yerleştirilmektedir. Pompa genellikle karın boşluğuna yerleştirilmekte ve buna bağlı kateterin ucuda torakal veya lomber seviyelerden intratekal aralık ile bağlantı sağlanmaktadır. Doz hastanın ihtiyacına göre değişmekte olup ortalama birkaç yüz mikrogram seviyesindedir. Pompanın depo haznesi, hastanın ihtiyacına göre 1 yıl kadar ihtiyaca cevap verebilmektedir. Potansiyel komplikasyonları fazladır; seroma, sızma, kateterin katlanması veya bükülmesi, yerinden oynaması, enfeksiyon, pompa yetmezliği olabilir. Pompa ve bunun yerleştirilmesi işlemi, 2- 3 ayda bir tekrar doldurulması, işlemin pahalılığı dezavantajlarıdır (28, 114).

## **2. Kas içi enjeksiyonlar:**

a. Botulinum Toksini: Clostridium Botulinum tarafından üretilen bir ekzotoksindir. 7 farklı serotipi olup en potent serotip A'dır. Nöromusküler bileşkede asetilkolin salınımını inhibe ederek kimyasal denervasyon oluşturur. Etkisi 72 saat içinde başlar, 10 gün- 3 haftada maksimuma ulaşır ve kasta gevşeme 3 ila 6 ay süre ile devam eder. Doz olarak her kas için vücut ağırlığının kilosu başına 4- 6 ünite toksin uygulaması önerilmektedir, ancak total uygulama dozu vücut ağırlığının kilosu başına 12 ünite'yi geçmemelidir. Uygulamanın pahalılığı dezavantajlarıdır (5,28,114). Tekniği fenole göre çok daha kolaydır, daha ağrısızdır, anestezi gerektirmez, önemli komplikasyonu yoktur. Dezavantajları arasında etkisinin geri dönüşümlü olması ve direnç gelişmesi sayılabilir (11).

Serebral palside genel olarak endikasyonun dinamik kontraktürler olduğu konusunda fikir birliğine varılmıştır. Fikse kontraktürlere uygulanması önerilmemektedir (115).

b. Alkol-Fenol Blokları: Alkol %5-10 gibi düşük konsantrasyonlarda sodyum ve potasyum iletimini azaltarak lokal anestezik gibi etki eder. Yüksek konsantrasyonlarda protein denatürasyonu ve hücre hasarına yol açar. Benzen metaboliti olan fenol de alkol gibi protein denatürasyonu ve doku nekrozuna yol açarak kimyasal aksonetmezis yapar. Endonöral tüp korunur, aksonlar hasara uğrar, sinir iletimi ve refleks ark kesilir, kas gevşer ve paralizi olur. Fenol klinikte %3-6 konsantrasyonlarda uygulanır. En sık perinöral enjeksiyon tekniği kullanılır (51). Enjeksiyon yerinden itibaren başlayan distal rejenerasyon 4-6 ay sonra etkinin kaybolmasına neden olur (28). Kısa sürede etkisinin başlaması, etkisinin uzun süreli

olması ve düşük maliyetli olması nedeniyle tercih edilebilir ancak yan etkileri fazladır. Alkol ve fenol uygulamasında yan etkiler enjeksiyon sırasında ağrı, parestezi, vasküler komplikasyonlar, aşırı motor zayıflık, cilt reaksiyonları, duyu kayıplardır (51).

❖ **Cerrahi Yöntemler:**

**1. Ortopedik Ameliyatlar:**

Cerrahi tedavi; deformitelerin engellenmesi veya düzeltilmesi, günlük aktivitelerin geliştirilmesi, görünümün düzeltilmesi ve rehabilitasyon potansiyelinin en üst düzeye çıkarılması amacıyla uygulanır (Tablo 2.11.) (5).

**Tablo 2.11.** Serebral palside uygulanan ortopedik girişimler

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Kas ve tendon</b> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Uzatma</li><li>b. Gevşetme</li><li>c. Transfer</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Kemik ve Eklem</b> <ul style="list-style-type: none"><li>a. Periferik eklemlerin artrodezi<ul style="list-style-type: none"><li>- Tripl artrodez</li><li>- Subtalar artrodez</li><li>- El bileği füzyonu</li></ul></li><li>b. Osteotomiler<ul style="list-style-type: none"><li>- Femurun intertrokanterik, varus derotasyon osteotomileri</li><li>- Pelvise yönelik Chiari osteotomileri</li><li>- Tibia, fibula derotasyon osteotomileri</li></ul></li><li>c. Omurganın posterior füzyon ve enstrümantasyonu</li></ul> |
| <b>Sinir</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Anterior obturator veya total obturator nörektomi</li></ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

Cerrahi tedavinin zamanlamasında ve yapılacak girişimlerin planlanmasında belirleyici olan hastanın yaşı değil ihtiyaçlarıdır. “Tek aşamada çok seviyeli” cerrahi girişimler önerilmektedir. Zamanlama konusunda genel yaklaşım ortopedik cerrahi tedavilerin SSS’nin maturasyonuna göre başlatılmasıdır. Cerrahi tedavi için belirleyici olan hastanın yürüme potansiyeli ve gelişen deformiteler olup kabul edilen bu dönem 4-6 yaşlardır. Genel kural yumuşak doku cerrahilerinin 4-7 yaş arasında, üst ekstremit ve el cerrahisinin 6-12 yaş arasında yapılmasıdır. Rotasyonel deformiteler gelişmediği sürece kemiğe yönelik girişimlerin 8 yaşından sonra yapılması önerilmektedir (5).

Kalça insitabilitesi önlemek için yapılması gereken addüktör-fleksör gevşetme ve osteotomilerde yaş sınırı yoktur (5,11). Atetoid tipte cerrahi tedavi pek başarılı

olmadığından ancak ağırlı kalça dislokasyonu söz konusu ise uygulanır. Tremor veya ataksiyi kontrol etmek amacı ile cerrahi tedavi uygulanmamalıdır.

SP’de çoğunlukla yumuşak dokuya yönelik cerrahi uygulamalar yapılır. Yumuşak doku operasyonlarında kontrakte fleksör kasların uzatılması veya geçici olarak zayıflatılması, antagonist kasların ise operasyon sonrası güçlendirilmesi ve agonist kaslarla entegrasyonu amaçlanır. Kemiğe yönelik operasyonlar uzun süredir mevcut olan ve yumuşak doku girişimleri ile düzeltilemeyen deformiteler, kalça dislokasyonları, rotatuvar bacak deformitelerinde uygulanır (5). Ayak bileği ekini için aşıl tendonu uzatma, inversiyon ve dorsifleksiyon için split anterior tibialis transferi, inversiyon ve plantar fleksiyon için split tibialis posterior transferi, kalkaneovalgus için subtalar artrodez; bükük diz, internal rotasyonda yürüyüş için hamstring uzatma, hamstring zayıflığını dengelemek ve rekurvatumu önlemek için rektus transferi (sartorius veya semitendinosus), internal rotasyon için tibial derotasyon; kalça fleksiyon kontraktürü için psoas uzatma, makaslama yürüyüşü için adduktor tenotomi, kalça subluksasyonu için varus derotasyon osteotomisi en çok uygulanan prosedürlerdir (28).

Sinirlere yönelik operasyonlar daha az uygulanır. Ambulasyon potansiyeli olmayan vakalarda bakımı kolaylaştırmak için nörektomi planlanabilir. Yoğun adduktör spastisitesi olan hastalarda obturator nörektomi bu uygulamaya örnektir (5).

Hasta seçiminde nörolojik bozukluk, selektif motor kontrol, kognitif fonksiyonlar, görme bozuklukları, denge bozukluğu, sosyal ve emosyonel sorunlar ile duyu ve apraksi dikkate alınmalıdır (5).

Günümüzdeki eğilim, dengesizlik ve asimetriyi önlemek için çok seviyeli yumuşak doku cerrahisi (rektus transferi, hamstring uzatma ve aşıl tendonu uzatma) ve bilateral kemik cerrahisinin (bilateral femoral varus osteotomisi) birlikte uygulanmasıdır. Kompleks cerrahiye girişilmeden önce bilgisayarlı yürüme analizi ile eklem kinematik, kinetiğinin değerlendirilmesi ve dinamik elektromiyografi (EMG) yapılması önerilmektedir (28).

**2. Selektif Dorsal Rizotomi:** Omuriliğin L2–S2 seviyeleri arasındaki posterior afferent sinir köklerinin belirli dallarının seçilerek kesilmesidir. Bu sayede kas içiğinden gelen uyarı omuriliğe ulaşamaz ve spastisite azalır. Rizotomi işlemi sırasında posterior kökleri oluşturan sinir dalları tek tek ayrılır ve elektrofizyolojik

olarak uyarılır. Bu kökler normalde afferent sinirler olduklarından uyarıldıklarında kas aktivitesi görülmez. Kas aktivitesi varsa kökün o kısmı anormal kabul edilerek kesilir.

Rizotomi bağımsız yürüyebilen, kontraktürü olmayan, gövde dengesi olan, motor kontrolü, kas gücü, motivasyon ve zekası yeterli olan 4–8 yaş arası diplejik çocuklarda uygulanmalıdır. Çocukta spastisite dışında atetoz, distoni gibi diğer tonus değişiklikleri ve fiks deformite olmamalıdır. Bu işlem sonrası anestezi ve dizesteziler olabilir. Selektif dorsal rizotomi sonrası belirgin zayıflık, lomber hiperlordoz ve kalça subluksasyonu gelişebilir.

Parapleji, duyu kaybı, idrar ve gaita inkontinansı, beyin omurilik sıvısı fistülü ve enfeksiyon bu cerrahi yöntemin diğer önemli komplikasyonlarıdır (11).

**3. “DREZ” Operasyonu (Dorsal Root Entry Zone Myelotomisi):** Brakiyal ya da lomber plexus veya spinal kordda hasara spastisitenin eşlik ettiği olgularda, ağrı ve spastisitenin tedavisinde uygulanır. Komşu dokularda da destrüksiyon yapabileceği için ilk tercih olarak kullanılmaz.

Paraplejik hastalarda T11-L2 total laminektomi, hemiplejik hastalarda C4-7 seviyelerine hemilaminektomi yapılır. Dorsolateral sulkusta köklerin girişinde ve aynı hizadan 2-3 mm derinde bulunan substantia gelatinosada lezyon oluşturulur. Lezyon direkt cerrahi olarak köklerin kesilmesi ve bipolar yardımıyla lezyon oluşturularak, DREZ prosedürü için özel geliştirilmiş elektrodlarla radyofrekans ile, CO2 ve argo lazer ile, odaklanmış ultrason dalgaları ile oluşturulabilir (117).

Geniş serilerde hastaların spastisitelerinde %80’e varan azalma ve spastisiteye ağrının eşlik ettiği durumlarda ağrıda %88 düzelme görülmüştür (116).

#### ❖ **Robotik Rehabilitasyon:**

Son dönemlerde rehabilitasyonda uygulanan konvansiyonel yöntemlere alternatif olarak farklı arayışlar başlamıştır. Önce spinal nöronal mekanizmaları çalıştırmak için gerekli duyuşal girdinin yürüme bandı tarafından oluşturulan ritmik hareketler olduğu düşüncesinden yola çıkılarak vücut ağırlık destekli yürüme bandı egzersizi uygulamaları yaygınlaşmıştır. Vücut ağırlık destekli sistemlerin esası, yürüme üzerinde hastayı yukarı doğru asarak terapistin adımlama, ağırlık aktarma ve kinematik olarak düzgün adım atma eğitimlerini yaptırmasına olanak vermesidir. Vücut ağırlık destekli yürüme bandı egzersizi fonksiyonel hareketi taklit eder ancak yürüme paterninin fizyolojik olmaması ve tekrarlanabilirliğinin sınırlı olması gibi bazı

kısıtlılıkları mevcuttur. Fiziksel zorlanma ergonomik olarak kötü pozisyona neden olabilir; yoğun terapist sayısı ve işgücü gerektirir (119,120).

Bu gibi kısıtlılıklar nedeniyle yeni yöntemler arayışına girilmiş ve ritmik duyuşal girdi ile yoğun, hızlı ve görev spesifik egzersizlerin yapılmasına olanak veren robotik yürüme sistemleri öncelik kazanmıştır (118,120,121).

Robotik sistemlerin diğer egzersiz yöntemlerine kıyasla daha uzun süreli ve yoğun egzersiz programının sürdürülebilmesine olanak vermesi, hasta uyumunun yüksek olması ve hastanın daha motive olması, fonksiyonel ilerlemenin değerlendirilmesi, raporlanması ve tedavi etkinliğinin objektif izlenebilmesi gibi avantajları vardır (118).

İlk kullanıma giren aktif ortezler, FES ile kombine edilen ve tek bir eklem fonksiyonu için geliştirilmiş olan “ankle robot”lardır. Tüm alt ekstremitayı kaplayan ilk aktif ortez spinal kord yaralanmalı hastalar için Wisconsin Üniversitesi tarafından 1981 yılında geliştirilmiştir. 1990’lı yılların sonunda ise ilk modern robotik vücut ağırlığı destekli treadmill sistemlerinin temeli atılmıştır (122).

Robotik sistemler;

- üst ve alt ekstremita için sabit egzersiz robotları,
- vücuda giyilebilen robotlar (robotik ortezler),
- günlük yaşam aktivitelerinde yardımcı robotlar,
- robotik yürüteçler olarak sınıflandırılabilir.

Araştırmalarda bildirilen robotlar tek eklemlili basit sistemlerden, çoklu hareket sistemlerine kadar değişik tipleri kapsamaktadır. Rehabilitasyon robotları tasarım esasına göre end-effector ve eksoskeleton cihazlar olmak üzere 2 grupta değerlendirilebilir (118,120).

End-effector tipte cihazlar ekstremita distaline mekanik kuvvet uygulayarak çalışırlar. Kinetik zincirin son halkası ayaktan destek alır. Kalça ve diz eklemleri serbest aktif katılım gerektirir. Ekstremita proksimali kontrolü yetersiz kaldığından anormal postür ve hareketler ortaya çıkabilir. Bu cihazlarla değişik yüzeylerde yürüme, yokuş inme, çıkma çalıştırılabilir.

Eksoskeleton sistemler sabit olabildiği gibi ambulator da olabilirler. Eksoskeleton tipte robotik cihazlar, hastanın anatomik eksenleri ile hizalanmış eksenlere sahiptirler, eklemlerin direkt kontrolünü sağlarlar. Böylece anormal postür

ve hareketlerin ortaya çıkması ihtimalini azalır. Lokomat, Alex, Arthur, Pam–Pogo ve UoA PMA Bot yürüyüş bandı destekli eksoskeleton sistemlere örnektir. Ülkemizde Ortadoğu Teknik Üniversitesi Teknokent’te üretilmiş olan RoboGait de eksoskeleton treadmill egzersiz robotudur (122).

Sabit treadmill egzersiz robotları; Levi ve lokolift olarak adlandırılan vücut ağırlığı destek ve yükseltme sistemleri, vücut ağırlığı desteğinin vücudun her iki yarısına eşit olarak dağılmasını sağlayan defleksiyon makarası, göğüs askısı sistemi, kişiyi askı sistemine bağlayacak olan bir gövde korsesi (harness), egzersiz sırasında hastanın pelvik rotasyonunu engellemek için bir çift pelvik askı, sürtünmeyi engelleyen pedler ve robotik sürücü donanımları içermektedir. Kalça ve diz eklem sürücüsü olarak da adlandırabileceğimiz robot kolları içerisine yerleştirilmiş direkt akımla çalışan motor sistemler, robot kollarına monte kelepçeler (cuff) ve dorsifleksör asistif mekanizması yer almaktadır.

Bunlara ek olarak hastanın katılımı ve motivasyonunu arttırmaya yönelik yürüyüş siklusunu gösteren grafiklerin yer aldığı görsel ekran ve sanal gerçeklik ekranı da mevcuttur. Görsel objelere doğru hareket edince puan almak, bazı objeleri toplayıp diğer objelerden kaçınmak, dost ve düşman objeler ayırt etmek, görevi başarı ile gerçekleştirdiğinde görsel ve akustik geri bildirim almak hasta için daha teşvik edici olabilir (122).

Robotik sistemlerde kalça ve diz eklemi için desteksiz pasif ve aktif hareket sırasındaki eklem hareket açıklığı, statik pozisyondayken izometrik kas gücü, pasif hareket sırasında eklemlerindeki mekanik direnç (Nm/derece) ve yürüme parametreleri değerlendirilebilmektedir.

Yeni geliştirilen sistemlerde ortezlere lateral translasyon, transvers rotasyon ve kalça abduksiyon-adduksiyon ilavesi ile fizyolojik yürüme sağlanmaya çalışılmaktadır.

Ciddi düzeyde spastisite ve kontraktür varlığı, instabil spinal kırıklar, ciddi osteoporoz varlığı, iyi kaynamamış ekstremitelerdeki kırıklar gibi instabilite yaratan durumlar, açık deri lezyonları, bası yaraları, dolaşım problemleri, kardiyak-pulmoner kontrendikasyonlar, kooperasyon bozukluğu, ciddi kognitif defisit ve psikiyatrik problemlerin varlığı, mekanik ventilasyon, ileri derecede orantısız alt ekstremiteler ve/veya omurga gelişimi olan hastalar, kalça, diz ve ayak bileği artrodezleri, akut

inflamatuvar veya enfeksiyöz hastalıkların varlığı, ileri diskinetik ve miyoklonik refleksler ve aşırı kilolu olmak (cihazlara göre değişen ağırlık sınırları mevcuttur) kullanım açısından kontrendikasyon oluşturan durumlardır (122).

Alt ekstremitte robotik rehabilitasyon tedavisi hemipleji, komplet veya inkomplet spinal kord hasarı, multipl skleroz, Parkinson hastalığı, serebral palsi gibi nörolojik rehabilitasyon alan birçok hastalık grubunda resiprokal hareketler ile fizyolojik yürümeye en yakın fizyolojik yürüme egzersizinin uygulanmasına olanak verirken repetitif hareketler ve bipedal lokomasyonu sağlayarak lokomotor hafızanın oluşmasına olanak verir. Özellikle serebral SP'li çocuklarda kullanımı son yıllarda oldukça yaygınlaşmış ve rehabilitasyonun diğer alanlarından farklı olarak spastisite, yumuşak doku kontraktürleri ve duyuşal ve algısal bozukluklar nedeniyle zorluk çeken bu hasta grubunda yüz güldürücü sonuçları olmuştur.

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

#### 3.1. Hasta Seçimi

Prospektif kesitsel olarak planlanan çalışmaya T.C. Sağlık Bakanlığı Ankara Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Eğitim ve Araştırma Hastanesi Pediatrik Rehabilitasyon Ünitesi'nde, Şubat 2016-Mayıs 2016 tarihleri arasında yatarak rehabilitasyon programına alınan 3-16 yaş arası, alt ekstremitte robotik rehabilitasyon programı ve konvansiyonel fiziksel tıp ve rehabilitasyon tedavisi alan, pediatrik nörolog tarafından serebral palsi tanısı konulmuş 43 (kırk üç) hasta alındı. Ancak 13 hasta çalışma esnasında botulinum toksin enjeksiyonu yapılması, robotik rehabilitasyon programı devam ederken sosyal sebeplerle taburculuk gibi nedenlerden dolayı çalışmadan çıkarıldı. Çalışma 30 (otuz) hasta ile tamamlandı.

Çalışmaya dahil olmayı kabul eden tüm hastalar için yanlarında bulunan refakatleri tarafından imzalı gönüllü olur formu dolduruldu.

Çalışma için Ankara Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Eğitim ve Araştırma Hastanesi Eğitim Planlama Kurulu'ndan ve Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan onay alındı.

#### **Çalışmaya dahil olma kriterleri:**

- Serebral palsi tanısı konulmuş olması
- 3-16 yaş arası olması
- Femur uzunluğunun 25 cm ve üzerinde olması
- Son 1 ay içerisinde alt ekstremitte kaslarına botulinum toksin enjeksiyonu uygulanmamış olması
- Son 1 ay içerisinde alt ekstremitte ortopedik operasyon girişim yapılmamış olması
- Alt ekstremitelerde kırık öyküsü olmaması
- Alt ekstremitelerde cilt lezyonu ve aktif cilt enfeksiyonu olmaması
- Ciddi sistemik hastalık olmaması (tromboemboli, pulmoner ve kardiyovasküler hastalık öyküsü, kontrol altına alınamamış epilepsi varlığı).
- Kognitif fonksiyonlarının tedaviye uyumunu engellemeyecek düzeyde olması.

**Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri:**

- Femur uzunluğunun 25 cm altında olması
- İleri derecede kontraktür, eklem hareket açıklığı limitasyonu olması
- Son 1 ay içerisinde alt ekstremitte kaslarına spastisite nedeniyle botulinum toksin enjeksiyonu uygulanmış olması
- Son 1 ay içerisinde alt ekstremitelere ortopedik girişim yapılmış olması
- Alt ekstremitelerde kırık öyküsü olması
- Bilinen ciddi osteoporoz varlığı
- Alt ekstremitelerde cilt lezyonu veya aktif cilt enfeksiyonu olması
- Ciddi sistemik hastalık olması (tromboemboli, pulmoner ve kardiyovasküler hastalık öyküsü, kontrol altına alınamamış epilepsi varlığı)
- Kognitif fonksiyonlarının tedaviye uyumunu engelleyecek düzeyde olması

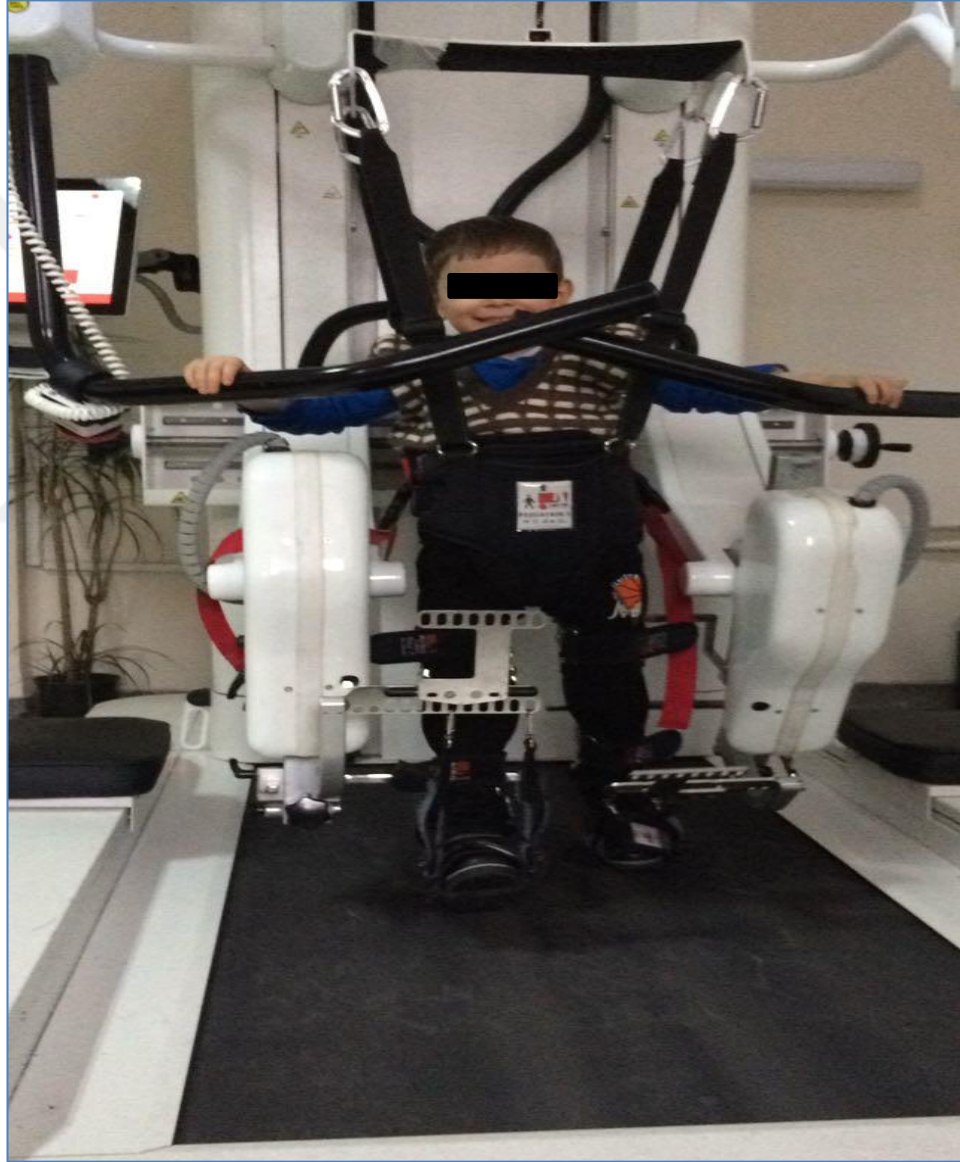
**Çalışmadan çekilme kriterleri:**

- Hastanın 10 seans alt ekstremitte robotik rehabilitasyon tedavisini tamamlayamadan taburcu olması
- Tedavi programı devam ederken sistemik enfeksiyon, yeni eklenmiş ek hastalık nedeniyle programa devam edememesi
- Robotik rehabilitasyon tedavisi alırken botulinum toksin enjeksiyonu yapılmış olması

Çalışmaya dahil olan tüm hastalar pediatrik rehabilitasyon programı dahilinde konvansiyonel fiziksel tıp ve rehabilitasyon tedavisi ve bu programa ek olarak her bir seans 45 dakika olmak üzere ülkemizde Ortadoğu Teknik Üniversitesi'nin Teknokent'te ürettiği RoboGait eksoskeleton treadmill egzersiz robotunda 10 seanstan oluşan alt ekstremitte robotik rehabilitasyon tedavi programına alındı (Resim 1.).

Tüm hastaların hastanede yollarında bulunan refakatlerinden tedavi öncesi ayrıntılı hastalık ilişkili anamnezleri alınıp, ayrıntılı kas iskelet sistemi ve nörolojik sistem muayenesi yapıldı. Hastanın yaşı, cinsiyeti, yatış tarihi, tanı yaşı, etiyoloji, serebral palsinin tipi, boy ve vücut ağırlığı, vücut kitle indeksi, kullandığı ilaçlar, ek hastalık varlığı, yapılan ortopedik girişimler (ameliyatın tipi, yapıldığı bölge, ameliyat tarihi, hasta yaşı), botulinum toksin uygulaması (yapıldıysa yapılan bölge, tarihi, hasta yaşı) şeklindeki demografik ve klinik veriler kaydedildi.

Hastaların tedavi öncesi ve sonrası spastisitesi Modifiye Asworth Skalası ile, fonksiyonel durumu tedavi öncesi ve sonrası Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (PFBÖ) ve Kaba motor fonksiyon sınıflama sistemi ölçeği (KMFSS) ile, selektif motor kontrol seviyesi Boyd & Graham Skalası ve Modifiye Trost Skalası ile değerlendirildi ve kaydedildi. Bunlara ek olarak hastanın tedavi öncesi ve sonrası EMG ile Hoffman refleksi (latans, amplitüd, H/M oranı) değerlendirildi ve kaydedildi.



**Resim 3.1.** RoboGait ile yürüme egzersizlerinin hasta üzerinde uygulanması

## 3.2. Hasta Değerlendirilmesi

### 3.2.1. Anamnez

Hastaların adı soyadı, doğum tarihi, cinsiyeti, hastaneye yatış tarihi, serebral palsi tanısı aldığı yaş, kullandığı medikal tedaviler, ortopedik girişim yapıp yapılmadığı, yapıldıysa operasyon tipi, yapıldığı bölge, operasyon tarihi, botulinum toksin uygulanıp uygulanmadığı, uygulandıysa tarihi, yapılan kas grupları ve yapıldığı yaş primer bakım verenden öğrenilerek oluşturulan değerlendirme formuna kaydedildi.

### 3.2.2. Kas İskelet Sistemi Muayenesi ve Nörolojik Muayene

Tüm hastaların kilosu ve boyu ölçüldü, vücut kitle indeksi (VKİ, kg/m<sup>2</sup>) hesaplandı. Konvansiyel tedaviye ek olarak uygulanan alt ekstremitte robotik rehabilitasyon tedavisi öncesinde ve tedavinin 10. seansını aldıktan sonra bilateral kalça fleksörleri, adduktörleri, diz fleksörleri ve ekstansörleri, ayak bileği dorsifleksörleri ve plantar fleksörlerinde kas tonusunu değerlendirmek için Modifiye Ashworth Skalası (MAS) kullanıldı (Tablo 2.6). Robotik rehabilitasyon uygulamasının spastisite üzerine etkisini değerlendiren benzer çalışmalarda olduğu gibi hastaların her iki alt ekstremitedeki MAS skoru cebirsel olarak toplanarak “ alt ekstremitte bileşik MAS skoru” belirlendi (148, 149, 153, 154).

Tedavi öncesinde ve tedavi tamamlandıktan sonra selektif motor kontrolü değerlendirmek için Boyd & Graham Skalası ve Modifiye Trost Skalası kullanıldı (Tablo 2.3-2.4). Çalışmaya selektif motor kontrolü daha az olan ve tedavi sonrası düzelme gösteren ekstremitte değerleri alındı.

Çalışmaya alınan tüm hastalarda bilateral alt ekstremitte kas gruplarındaki kontraktürleri saptamak amacıyla tedaviden önce ve tedavi tamamlandıktan sonra Thomas testi, Duncan Ely testi, Posterior kapsüler gerginlik testi, Grasilis testi, Phelps Grasilis testi, Silverskiöld testine bakıldı. Çalışmaya tedavi öncesi testlerin pozitif olduğu ve tedavi sonrası düzelme gösteren ekstremitte bulguları alındı. Her iki alt ekstremitte tedavi öncesi ve sonrası popliteal açısı yavaş ve hızlı olarak gonyometre ile ölçülerek değerlendirildi. Çalışmaya düzelmenin en iyi olduğu ekstremitedeki değerler alındı.

### 3.2.3. Fonksiyonel Değerlendirme

Fonksiyonel değerlendirmede geçerlik ve güvenilirliği gösterilen çeşitli ölçütler ve sınıflama sistemleri kullanıldı.

Çalışmaya dahil edilen tüm hastaların tedavi öncesi ve sonrası fonksiyonel durumu Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi (KMFSS) (Gross Motor Function Measure Classification System (GMFCS)) ve Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçütü (PFBÖ) ile değerlendirildi.

Ayrıca fonksiyonel durumu,

- Tekerlekli iskemle seviyesi
- Yardımcı cihaz ile ayakta durma
- Yardımcı cihaz ile adım alma (gözetimli)
- Yardımcı cihaz ile adım alma (gözetimsiz)
- Bağımsız destek ile ambule
- Bağımsız desteksiz ambule şeklinde tedavi öncesi ve sonrasında değerlendirilerek kayıt altına alındı.

#### 3.2.3.1. Kaba motor fonksiyon sınıflama sistemi (KMFSS)

SP'li hastaların hareket bozukluğunu ciddiyetini sınıflandırmak için standardize bir sistem olan KMFSS ilk olarak 1997'de Palisano ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir olup 2007'de genişletilmiş sınıflama sistemi oluşturulmuştur (123). Genişletilmiş sınıflama sisteminde 12-18 yaş grubu için de tanımlama yapılmıştır.

Çocukların motor fonksiyonları yaşa bağımlı olarak değiştiğinden, her düzey için 2 yaşın altı, 2-4 yaş arası, 4-6 yaş arası ve 6-12 ve 12-18 yaş arası olmak üzere her yaş grubundaki çocuğa göre fonksiyonlar tanımlanmıştır.

Seviye I: Kısıtlama olmaksızın yürür.

Seviye II: Kısıtlamalarla yürür.

Seviye III: Elle tutulan hareketlilik araçlarını kullanarak yürür.

Seviye IV: Kendi kendine hareket sınırlanmıştır. Motorlu hareketlilik aracını kullanabilir.

Seviye V: Elle itilen bir tekerlekli sandalyede taşınır.

Biz çalışmamızda genişletilmiş sınıflama sistemini kullandık.

***Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi (Genişletilmiş ve Yeniden Düzenlenmiş Şekli) (64,66)***

**a. 2 yaş öncesi:**

Seviye 1: Bebeklerin oturma pozisyonu alıp bozabildiği, her iki eli nesneleri hareket ettirmek üzere serbestken yerde oturabildiği seviyedir. Bebekler elleri ve dizleri üzerinde emeklerler, kendilerini çekerek ayağa kalkarlar ve mobilyaya tutunarak adım atarlar. 18 ay -2 yaş arasında herhangi bir yardımcı hareketlilik aracına ihtiyaç olmaksızın ambule olabilirler.

Seviye 2: Bebekler yerde oturmayı sürdürebilirler. Fakat dengeyi korumak için ellerini destek olarak kullanmaya ihtiyaç duyabilirler. Bebekler, karnı üzerinde sürünür ya da elleri ve dizleri üzerinde emeklerler. Bebekler kendini çekerek kalkabilir ve mobilyadan tutunarak adım atabilirler.

Seviye 3: Bebekler alt gövdeden desteklendiğinde yerde oturmayı sürdürebilir, dönebilir ve karnı üzerinde öne doğru sürünebilirler.

Seviye 4: Baş kontrolleri mevcuttur. Ancak yerde otururken gövde desteğine ihtiyaç duyarlar. Bebekler sırtüstü ve yüzüstü dönebilirler.

Seviye 5: Fiziksel yetersizlikler istemli hareket kontrolünü kısıtlar. Bebekler yüzüstü ve oturmada baş ve gövde duruşunu yer çekimine karşı koruyamazlar ve dönmek için bir yetişkinin yardımına ihtiyaç duyarlar.

**b. 2-4 yaş arası:**

Seviye 1: Çocuklar her iki eli serbestken yerde oturabilirler, yerde oturma ve ayağa kalkmayı bir yetişkin yardımı olmadanyapılabilirler. Tercih ettikleri yöntemle herhangi bir hareketliliğe yardımcı araç olmaksızın yürürler.

Seviye 2: Çocuklar yerde otururlar. Ancak her iki eli nesneleri hareket ettirmek için serbest olduğunda denge sağlamakta güçlük yaşayabilirler. Çocuklar bir yetişkinin yardımı olmaksızın oturma pozisyonunu alır ve bozar, dengeli yüzeylerde kendini çekerek ayakta durur. Tercih edilen hareketlilik yöntemleri olarak elleri ve dizleri üzerinde resiprokal olarak emeklerler, mobilyalara tutunarak sıralarlar, yardımcı hareketlilik aracı kullanarak yürürler.

Seviye 3: Çocuklar W şeklinde (kalça ve dizler fleksiyon ve internal rotasyonda oturma) yerde oturmayı sürdürür ve oturma pozisyonuna gelmek için bir yetişkinin yardımına ihtiyaç duyarlar. Temel olarak kendi kendine hareketlilik yöntemi olarak

karnı üzerinde sürünürler ya da elleri ve dizleri üzerinde (sıklıkla resiprokal bacak hareketleri olmaksızın) emeklerler. Dengeli yüzeylerde ayakta durmak için kendini çekebilir ve kısa mesafelerde gezinebilirler. Çocuklar elle tutulan hareketlilik aracı (yürüteç) kullanarak ev içinde kısa mesafe yürüyebilir ve dönme ve yönlendirme için bir yetişkinin yardımına ihtiyaç duyarlar.

Seviye 4: Çocuklar yerleştirildiklerinde yerde oturabilirler, fakat ellerinin desteği olmaksızın düzgün duruşlarını ve dengelerini koruyamazlar. Sıklıkla ayakta durmak ve oturmak için uyarlanmış ekipman ihtiyaçları vardır. Kısa mesafede (oda içerisinde) kendi kendine hareketlilik; dönme, karnı üzerinde sürünme ya da resiprokal bacak hareketleri olmaksızın elleri ve dizleri üzerinde emekleme ile başarılıdır.

Seviye 5: Fiziksel yetersizlikler istemli hareket kontrolünü ve baş ve gövde duruşunu yerçekimine karşı korunabilmesini kısıtlar. Motor fonksiyonun tüm alanları kısıtlıdır. Oturma ve ayakta durmadaki fonksiyonel kısıtlılıklar uyarlanmış ekipman ve yardımcı teknoloji kullanımı ile tamamen karşılanamaz. Seviye 5'teki çocuklar bağımsız olarak hareket edemezler ve taşınırlar. Bazı çocuklar geniş çaplı uyarlamalı motorlu tekerlekli sandalye kullanarak kendi kendine hareketliliği elde ederler.

c. 4-6 yaş arası:

Seviye 1: Çocuklar el desteğine ihtiyaç olmaksızın sandalyeye çıkar, oturur ve kalkar. Bir nesne desteğine ihtiyaç olmaksızın yerden kalkar ve otururlar. Ev içinde ve dışında yürürler ve merdiven çıkarlar. Koşma ve zıplama yeteneği gösterirler.

Seviye 2: Çocuklar her iki serbestken sandalyede otururlar. Yerden ve sandalyeden ayağa kalkmak için hareket edebilirler ancak genellikle kolları ile itecekleri veya çekecekleri sabit bir zemine ihtiyaç duyarlar. Çocuklar ev içinde elle tutulan hareketlilik aracına ihtiyaç olmaksızın ev içinde ev dışında düzgün yüzeylerde kısa mesafede yürürler, trabzana tutunarak merdiven çıkarlar, fakat koşamaz ve zıplayamazlar.

Seviye 3: Çocuklar herhangi bir sandalyede otururlar. Fakat el fonksiyonlarını arttırmak için gövde ve pelvis desteğine ihtiyaç duyabilirler. Sandalyeye oturmak ve sandalyeden ayağa kalkmak için genellikle kolları ile itecekleri veya çekecekleri sabit bir zemin kullanırlar. Düzgün yüzeylerde elle tutulan hareketlilik aracı ile yürürler ve bir yetişkinin yardımı ile merdiven çıkarlar. Çocuklar sıklıkla uzun mesafe seyahatlerde ya da ev dışında düzgün olmayan zeminlerde taşınırlar.

Seviye 4: Çocuklar bir sandalyeye otururlar ancak gövde kontrolü ve el fonksiyonlarını arttırmak için uyarlanmış oturma düzeneklerine ihtiyaçları vardır. Sandalyeye oturmak ve sandalyeden ayağa kalkmak için bir yetişkinin yardımına veya kolları ile itecekleri veya çekecekleri sabit bir zemine ihtiyaç duyarlar. Çocuklar kısa mesafeleri en iyi şekilde yürüteç ve bir yetişkinin gözetiminde yürüyebilirler. Fakat dönüşlerde ve düzgün olmayan yüzeylerde dengesini korumakta zorlanırlar. Çocuklar toplumda taşınırlar, motorlu tekerlekli sandalyeyi kullanarak kendi kendine hareketliliği kazanabilir.

Seviye 5: Fiziksel yetersizlikler istemli hareket kontrolünü ve baş ve gövde duruşunun yer çekimine karşı korunabilmesini kısıtlar. Tüm motor fonksiyon alanları kısıtlıdır. Oturma ve ayakta durmadaki fonksiyonel kısıtlılıklar uyarlanmış ekipman ve yardımcı teknoloji kullanımı ile tam olarak karşılanamaz. Seviye 5'teki çocuklar bağımsız olarak hareket edemez ve taşınırlar. Bazı çocuklar geniş çaplı uyarlamalı motorlu bir tekerlekli sandalye kullanarak kendi kendine hareketliliği sağlayabilir.

d. 6-12 yaş arası:

Seviye 1: Çocuklar evde, okulda, ev dışında ve toplum içinde yürürler. Aynı zamanda fiziksel yardım olmaksızın kaldırıma inip çıkabilir ve trabzanları kullanmaksızın merdiven inip çıkabilirler. Koşma ve zıplama gibi kaba motor becerileri yaparlar ancak hız, denge ve koordinasyonda kısıtlıdırlar. Çocuklar kişisel seçimlere ve çevresel faktörlere dayanarak fiziksel aktivitelere ve sporlara katılabilirler.

Seviye 2: Çocuklar çoğu ortamda yürürler. Uzun mesafe yürüyüşlerde, düzgün olmayan yüzeylerde, tırmanmada, kalabalık alanlarda, sınırlanmış alanlarda veya elinde bir nesne taşıırken denge sağlamada güçlük yaşayabilirler. Çocuklar trabzanları tutarak ya da eğer trabzan yoksa fiziksel yardımla merdiven inip çıkarlar. Ev dışında ve toplumda fiziksel yardımla, elle tutulan hareketlilik araçları ile yürüyebilirler veya uzun mesafe seyahat ederken tekerlekli hareketlilik araçlarını kullanırlar. Çocuklar en iyi ihtimalle yalnızca koşma ve sıçrama gibi kaba motor becerileri gerçekleştirmede asgari beceriye sahiptir. Kaba motor beceri performansındaki kısıtlılıklar fiziksel aktivite ve sporlara katılabilmek için uyarlama gerektirebilir.

Seviye 3: Çocuklar elle tutulan hareketlilik cihazlarını kullanarak çoğu ev içi ortamda yürürler ancak oturduklarında pelvik düzgünlük ve denge için bel kemerine

ihtiyaçları vardır. Otururken kalkma ve yerden kalkma transferleri destek yüzeyi veya bir kişinin fiziksel yardımını gerektirir. Uzun mesafe seyahatlerinde tekerlekli hareketlilik araçlarının bazı çeşitlerini kullanırlar. Trabzanları tutarak ya da fiziksel yardım veya gözetimle merdiven çıkabilir ve inebilirler. Yürümedeki kısıtlılıklar fiziksel aktivite ve sporlara katılımı sağlamak için kendi kullandığı elle itilen bir tekerlekli sandalye ya da motorlu sandalyeyi içeren uyarlamaları gerektirebilir.

Seviye 4: Çocuklar çoğu ortamda fiziksel yardım ya da motorlu tekerlekli sandalyeyi gerektiren hareketlilik yöntemlerini kullanırlar. Gövde ve pelvik kontrol için uyarlamalı oturma düzeneğine ve çoğu yer değiştirmeler için fiziksel yardıma gereksinim duyarlar. Evde yerde hareketliği (dönme, sürünme veya emekleme) kullanırlar, fiziksel yardımla kısa mesafelerde yürürler veya akülü hareketlilik aracı kullanırlar. Çocuklar pozisyonlandığında evde ve okulda gövde destekli bir yürüteç kullanabilirler. Okulda, ev dışında ve toplumda çocuklar bir elle itilen tekerlekli sandalye ile taşınır ya da motorlu sandalye kullanırlar. Hareketlilikteki kısıtlılıklar fiziksel aktivitelere ve sporlara katılımı sağlamak için fiziksel yardım ve/veya motorlu hareketlilik cihazını içeren uyarlamaları gerektirir.

Seviye 5: Çocuklar tüm ortamlarda elle itilen tekerlekli sandalye ile taşınırlar. Çocukların baş ve gövde duruşlarını yerçekimine karşı koruyabilme ve kol ve bacak hareketlerini kontrol etme yeteneği sınırlıdır. Yardımcı teknoloji başın düzgünlüğü, oturma, ayakta durma ve/veya hareketliliğin iyileştirilmesinde kullanılır, fakat kısıtlılıklar ekipman ile tamamen karşılanamaz. Bir yerden bir yere gitmek bir yetişkinin tam fiziksel yardımını gerektirir. Çocuklar evde kısa mesafede yerde hareket edebilirler ya da bir yetişkin tarafından taşınabilirler. Çocuklar kendi kendine hareketliliği oturma ve erişimin kontrolü için ileri derecede donanımlı motorlu hareket aracı ile sandalye kullanarak başarabilirler. Hareketlilikteki kısıtlılıklar fiziksel aktivite ve sporakatılımı sağlamak için fiziksel yardım ve motorlu hareketlilik cihazı kullanımını içeren uyarlamaları gerektirir.

e. 12-18 yaş arası:

Seviye 1: Gençler evde, okulda, ev dışında ve toplumda yürürler. Fiziksel yardım olmaksızın kaldırımdan inip çıkabilir ve trabzanalardan tutunmaksızın merdiven inip çıkabilirler. Koşma ve zıplama gibi kaba motor fonksiyonları yaparlar

ancak hız, denge ve koordinasyonu kısıtlıdır. Gençler fiziksel aktivitelere ve spora fiziksel tercihlerine ve çevresel koşullara bağlı olarak katılabilirler.

Seviye 2: Gençler çoğu yerde yürürler. Çevresel faktörler (engebeli arazi, yokuş, uzun mesafeler, zaman ihtiyacı, iklim ve yaşlarına erişebilme) ve kişisel tercihler hareketlilik seçimini etkiler. Okulda veya işte güvenlik için elle tutulan hareketlilik aracı kullanarak yürürler. Ev dışında ve toplumda gençler uzun mesafe seyahat edeceğinde tekerlekli hareketlilik aracı kullanabilirler, trabzanları tutarak ya da trabzan olmadığında fiziksel yardımla merdivenleri iner ve çıkarlar. Kaba motor fonksiyonlardaki kısıtlılıklar fiziksel aktivitelere ve spora katılımı sağlamak için uyarlamaları gerektirebilir.

Seviye 3: Gençler elle tutulan hareketlilik araçlarını kullanarak yürüyebilirler. Diğer seviyelerdeki kişilerle karşılaştırıldığında Seviye 3'deki gençler fiziksel yeteneklere ve çevresel ve kişisel faktörlere bağlı olarak hareketlilik yönteminde çok değişkenlik gösterirler. Gençler oturduğunda pelvik düzgünlük ve denge için bel kemeri kullanımına gereksinim duyabilir. Oturma pozisyonundan ayağa kalkmada ve yerden kalkmada bir kişinin fiziksel yardımı ya da destek yüzeyi gerekir. Okulda elle itilen tekerlekli sandalyeyi kendileri çevirerek ilerletir ya da motorlu hareketlilik aracını kendileri kullanabilirler. Ev dışında ya da toplumda gençler bir tekerlekli sandalye ile taşınırlar ya da motorlu hareketlilik aracı kullanırlar. Trabzanalardan tutunarak gözetim altında ya da fiziksel yardım ile merdivenden inip çıkabilirler. Yürümedeki kısıtlılıklar fiziksel aktivitelere ve spora katılımı kendi kullandığı elle itilen tekerlekli sandalye ya da motorlu hareket aracı gibi uyarlamalar gerektirebilir.

Seviye 4: Gençler çoğu ortamda tekerlekli hareket aracı kullanırlar. Gövde ve pelvis kontrolü için uyarlamalı oturma düzeneğine ihtiyaç duyarlar. Yer değiştirmek için bir veya iki kişinin fiziksel yardımına ihtiyaç vardır. Gençler ayakta yer değişime yardım etmek için ayakları ile ağırlıklarını desteklerler. Ev içinde kısa mesafelerde fiziksel yardımla yürüyebilirler, tekerlekli hareket aracı kullanabilirler ya da pozisyonlandığında gövde destekli yürüteç kullanabilirler. Motorlu hareketlilik aracını fiziksel olarak yönetebilme yeteneğine sahiptirler. Motorlu tekerlekli sandalye uygun olmadığında ya da bulunmadığında gençler elle itilen tekerlekli sandalye ile taşınırlar. Hareketlilikteki kısıtlılıklar fiziksel aktivitelere ve spora katılımı fiziksel yardım ve/veya motorlu hareketlilik gibi uyarlamaları kullanımını gerektirir.

Seviye 5: Gençler tüm ortamlarda elle itilen tekerlekli sandalye ile taşınırlar. Baş ve gövde duruşlarını yerçekimine karşı koruyabilme ve kol ve bacak hareketlerini kontrol etme yeteneğinde kısıtlıdırlar. Yardımcı teknoloji baş duruşu, oturma, ayakta durma ve/veya hareketliliğin iyileştirilmesinde kullanılır, fakat kısıtlılıklar ekipmanlarla tamamen karşılanamaz. Bir yerden bir yere gitmek için mekanik kaldıraca ya da bir veya iki kişinin fiziksel yardımına gereksinim vardır. Gençler oturma ve erişimin kontrolü için ileri derecede uyarlamalı motorlu hareket aracı kullanarak kendi kendine hareketliliği başarabilirler. Hareketlilikteki kısıtlılıklar fiziksel aktivite ve spora katılımı sağlamak için fiziksel yardım ve motorlu hareketlilik cihazı kullanımını içeren uyarlamaları gerektirir.

### **3.2.3.2. Pediatrik fonksiyonel bağımsızlık ölçeği (PFBÖ) (WeeFIM)**

Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (PFBÖ- WeeFIM)); “Uniform Data System for Medical Rehabilitation (UDS)” sisteminin erişkinler için geliştirdiği Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği’den (FIM- FBÖ) faydalanılarak 1993 yılında geliştirilmiş bir fonksiyon değerlendirme yöntemidir (68).

PFBÖ; kendine bakım, sfinkter kontrolü, transferler, hareket, iletişim, sosyal ve kognitif olmak üzere 6 alanda toplam 18 madde içerir. Her bir maddedeki fonksiyonu gerçekleştirirken yardım alıp almadığı, yardım miktarı, zamanında yapıp yapmadığı veya yardımcı cihaz gerekip gerekmediğine göre 1’den 7’ye kadar skorlanır. Verilen görevi tamamen yardımla yaptığında 1; tamamen bağımsız olarak, uygun zamanda ve güvenli bir şekilde yaptığında ise 7 olarak değerlendirilir. Buna göre en az 18 (tam bağımlı), en fazla 126 (tam bağımsız) puan alınabilir (68,78)

PFBÖ ve FBÖ’nün her ikisinin de okul çağındaki büyük serebral palsili çocuklarda fonksiyonel durumu belirlemekte kullanışlı ve birbiriyle korele oldukları bulunmuştur (75).

Biz hasta grubumuzda PFBÖ formatına göre değerlendirme yaptık.

#### ***Pediyatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçütü:***

Kendine Bakım:

- A) Yemek yeme
- B) El-yüz yıkama, diş fırçalama
- C) Banyo yapma

D) Vücutun üst kısmını giyinme

E) Vücutun alt kısmını giyinme

F) Tuvalet yapma

Sfinkter Kontrolü:

G) Mesane alışkanlığı

H) Barsak alışkanlığı

Transferler:

İ) İskemle, tekerlekli iskemle

J) Tuvalet

K) Küvet, duş

Hareket:

L) Yürüme, emekleme

M) Merdiven inme, çıkma

İletişim:

N) Anlama

O) İfade etme

Sosyal Durum:

Ö) Sosyal ilişkiler

P) Problem çözme

R) Hafıza

Pediyatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçütü Seviyeleri:

Yardımsız: 7=Tam olarak bağımsız

6=Modifiye bağımsız

Yardımla 5=Gözetim gerektiriyor

4=Minimal yardım (%75'ini çocuk yapıyor)

3=Orta derecede yardım (%50'sini çocuk yapıyor)

2=Maksimal yardım (%25'ini çocuk yapıyor)

1=Tam yardım (<%25'inden azını çocuk yapıyor)

### 3.3. Elektrofizyolojik Ölçümler

Çalışmaya alınan her hastada alt ekstremitte robotik rehabilitasyon programına başlamadan önce ve tedavi tamamlandıktan sonra muayene bulgularına göre

Elektrofizyolojik çalışmada Medtronic Keypoint 4C EMG cihazı kullanıldı. Uyarı ve kayıt için yüzeysel elektrodlar kullanıldı. Kayıt için 1 cm çapında gümüş disk elektrodlar kullanıldı.

Kayıt 5 mV/D sensitivite ve 5ms/D analiz süresi ile yapıldı. Stimülasyon için popliteal fossadan posterior tibial sinir katod proksimalinde olacak şekilde uyarıldı. Uyarılarda her 3-5 saniyede bir olmak üzere durasyonu 0.5 milisaniyelik akım kullanıldı.

H-refl. Sag Tibialis

0.5 mV/D 45.8 mA 10 ms/D

0.5 ms

0.5 Hz

M

mA

#Uyarim : 16

1.1

7.0

10.1

14.7

20.8

30.4

38.0

45.8

45.8

45.8

45.8

45.8

45.8

45.8

45.8

45.8

45.8

45.8

45.8

45.8

H-lat : 23.5

H-ampl : 0.9

H-M lat : 22.5

( -3

M-ampl

H-ampl : 5.6

76

Elektrofizyolojik çalışmalar bittikten ve tüm dalgaların amplitüdleri tek tek hesaplandıktan sonra H refleks amplitüdü M yanıtı amplitüdüne bölünerek H/M oranı hesaplandı.

### **3.4. İstatistiksel Yöntem**

Çalışma verileri “SPSS (Statistical Package for Social Sciences) for Windows 22.0 (SPSS Inc, Chicago, IL)” aracılığıyla bilgisayar ortamına yüklendi ve değerlendirildi. Tanımlayıcı istatistikler ortalama±standart sapma (minimum-maksimum), frekans dağılımı ve yüzde olarak sunuldu. Kategorik değişkenlerin değerlendirmesinde Pearson Ki-Kare Testi ve McNemar-Bowker Testi uygulandı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemler (Shapiro-Wilk Testi) kullanılarak incelendi ve tüm ölçüm değişkenlerinin normal dağılım göstermediği saptandı. İki bağımsız grup arasındaki istatistiksel anlamlılıklarda Mann-Whitney U Testi, üç bağımsız grup arasında ise Kruskal Wallis Testi istatistiksel yöntem olarak kullanıldı. İki bağımlı grup arasındaki istatistiksel anlamlılıklarda ise Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi uygulandı. Değişkenler arasındaki ilişki Spearman Korelasyon Analizi ile değerlendirildi. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p<0,05$  olarak kabul edildi.

#### 4. BULGULAR

Çalışma kapsamında SP tanısı almış ve konvansiyonel fizik tedavi ve rehabilitasyon tedavisine ek olarak alt eksremite robotik rehabilitasyon tedavisi uygulanan toplam 43 çocuk hasta incelendi. Ancak robotik rehabilitasyon tedavisi devam ederken botulinum toksin enjeksiyonu uygulanması, tedavi tamamlanmadan sosyal sebeplerle taburcu olması gibi nedenlerle 43 hastadan 13'ü çalışmadan çıkarıldı ve çalışma 30 hasta ile tamamlandı.

İncelenen hastaların yaş ortalaması  $8,62 \pm 3,83$  (min:3-maks:15) yıl olup 15'i (%50) kız, 15'i (%50) erkekti. Hastaların tanı yaşı ortalaması  $1,55 \pm 0,78$  (min:0-maks:3) yıldı (Tablo 4.1).

Etiyolojilerine bakılacak olursa; hastaların %29,9'unda etiyolojik neden multifaktöriyeldi. İkinci sırada %26,6 ile prematürite ve üçüncü sırada %16,7 ile asfiksi yer alıyordu. Bunları %6,7 ile kernikterus, konvulziyon, mekonyum aspirasyonu ve serebral lezyon izliyordu. (Tablo 4.1).

Araştırma kapsamında incelenen çocuk hastaların %46,7'sinin spastik bilateral hemiplejik tipte, %30,0'mın spastik diplejik tipte, %20,0'mın spastik hemiplejik tipte ve %3,3'ünün mikst tipte serebral palsi tanısı mevcuttu (Tablo 4.1).

Hastaların boy uzunlukları ve vücut ağırlıkları ölçülerek vücut kitle indeksi (VKİ) hesaplandı. Buna göre; boy uzunluğu ortalaması  $125,03 \pm 19,51$  (min:89-maks:165) cm ve vücut ağırlığı ortalaması  $26,29 \pm 10,77$  (min:11,3-maks:50,0) kg iken VKİ ortalaması  $16,09 \pm 2,49$  (min:12,3-maks:20,8)  $\text{kg/m}^2$ 'ydi (Tablo 4.1).

İncelenen hastaların %46,7'sine herhangi bir ortopedik girişim yapılmazken %20,0'ına bir kez, %33,3'üne ise birden çok kez ortopedik girişim yapılmıştı.

%33,3'üne daha önce hiç botulinum toksini uygulanmamışken, %33,3'üne bir kez, %33,3'üne ise birden çok kez botulinum toksini uygulanmıştı (Tablo 4.1).

**Tablo 4.1.** İncelenenlerin bazı tanımlayıcı ve klinik özellikleri

|                                                  |  | (n=30)                  |
|--------------------------------------------------|--|-------------------------|
| <b>Yaş (yıl), ort±SD (min-maks)</b>              |  | 8,62±3,83 (3-15)        |
| <b>Tanı Yaşı (yıl), ort±SD (min-maks)</b>        |  | 1,55±0,78 (0-3)         |
| <b>Cinsiyet, n (%)</b>                           |  |                         |
| Kız                                              |  | 15 (50,0)               |
| Erkek                                            |  | 15 (50,0)               |
| <b>Etiyoloji, n (%)</b>                          |  |                         |
| Prematürite                                      |  | 8 (26,6)                |
| Asfiksi                                          |  | 5 (16,7)                |
| Kernikterus                                      |  | 2 (6,7)                 |
| Konvulziyon                                      |  | 2 (6,7)                 |
| Mekonyum aspirasyonu                             |  | 2 (6,7)                 |
| Serebral lezyon                                  |  | 2 (6,7)                 |
| Multifaktöriyel                                  |  | 9 (29,9)                |
| <b>Serebral Palsi Tipi, n (%)</b>                |  |                         |
| Spastik bilateral hemipleji                      |  | 14 (46,7)               |
| Spastik dipleji                                  |  | 9 (30,0)                |
| Spastik hemipleji                                |  | 6 (20,0)                |
| Mikst                                            |  | 1 (3,3)                 |
| <b>Boy Uzunluğu (cm), ort±SD (min-maks)</b>      |  | 125,03±19,51 (89-165)   |
| <b>Vücut Ağırlığı (kg), ort±SD (min-maks)</b>    |  | 26,29±10,77 (11,3-50,0) |
| <b>VKİ (kg/m<sup>2</sup>), ort±SD (min-maks)</b> |  | 16,09±2,49 (12,3-20,8)  |
| <b>Ortopedik Girişim, n (%)</b>                  |  |                         |
| Yapılmamış                                       |  | 14 (46,7)               |
| Bir kez yapılmış                                 |  | 6 (20,0)                |
| Birden çok kez yapılmış                          |  | 10 (30,0)               |
| <b>Botulinum Toksini Uygulaması, n (%)</b>       |  |                         |
| Yapılmamış                                       |  | 10 (33,3)               |
| Bir kez yapılmış                                 |  | 10 (33,3)               |
| Birden çok kez yapılmış                          |  | 10 (33,3)               |

n: Hasta sayısı; %: Yüzde; ort: Ortalama; SD: Standart sapma; BKİ: Beden kütle indeksi

Araştırmaya dahil edilen 30 çocuk hastanın 6'sının (%20) tedavi öncesindeki rehabilitasyon seviyesi “yardımcı cihaz ile ayakta durma” idi ve bu 6 hastanın 3'ünün (%50) tedavi sonrasında rehabilitasyon seviyesi “yardımcı cihaz ile gözetimli adım atma” oldu (Tablo 4.2).

Yine hastaların 6'sının (%20) tedavi öncesindeki rehabilitasyon seviyesi “yardımcı cihaz ile gözetimli adım atma”ydı ve bu 6 hastanın 1'i (%16,7) tedavi sonrasında “yardımcı cihaz ile gözetimsiz adım atma”ya yükseldi (Tablo 4.2).

Hastalardan 3'ünün (%10) tedavi öncesindeki rehabilitasyon seviyesi “yardımcı cihaz ile gözetimsiz adım atma”ydı ve bu 3 hastanın 1'inin (%33,3) tedavi sonrasında rehabilitasyon seviyesi “bağımsız destek ile ambule”ye yükseldi (Tablo 4.2).

İncelenen 30 çocuk hastanın 7'sinin (%23,3) tedavi öncesindeki rehabilitasyon seviyesi “bağımsız destek ile ambule” idi ve bu 7 hastanın tedavi sonrasında rehabilitasyon seviyesi bir değişiklik olmadı (Tablo 4.2).

Hastaların 8'inin (%26,7) tedavi öncesindeki rehabilitasyon seviyesi “bağımsız desteksiz ambule”ydi ve bu 8 hastanın tedavi sonrasında rehabilitasyon seviyesinde bir değişiklik olmadı (Tablo 4.2).

Sonuç olarak tedavi sonrasında 30 hastanın %10,0'ının rehabilitasyon seviyesi “yardımcı cihaz ile ayakta durma” iken %26,7'sinin “yardımcı cihaz ile gözetimli adım atma”, %10,0'ının “yardımcı cihazsız ayakta durma”, %26,7'sinin “bağımsız destek ile ambule” ve yine %26,7'sinin “bağımsız desteksiz ambule”ydi (tablo 4.2).

Araştırmaya dahil edilen hastaların tedavi öncesiyle tedavi sonrası arasında rehabilitasyon seviyeleri değişimi istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p=0,172$ ) (tablo 4.2).

**Tablo 4.2.** İncelenenlerin tedavi öncesi ve sonrası rehabilitasyon seviyeleri

|                                 |               | Tedavi Sonrası Fonksiyonel Durum |          |           |          |          | Toplam   |
|---------------------------------|---------------|----------------------------------|----------|-----------|----------|----------|----------|
|                                 |               | YCiAD                            | YCiGliAA | YCiGsizAA | BDİA     | BDsizA   |          |
|                                 |               | n (%)                            | n (%)    | n (%)     | n (%)    | n (%)    |          |
| Tedavi Öncesi Fonksiyonel Durum | YCiAD         | 3 (50,0)                         | 3 (50,0) | 0         | 0        | 0        | 6 (20,0) |
|                                 | YCiGliAA      | 0                                | 5 (83,3) | 1 (16,7)  | 0        | 0        | 6 (20,0) |
|                                 | YCiGsizAA     | 0                                | 0        | 2 (66,7)  | 1 (33,3) | 0        | 3 (10,0) |
|                                 | BDİA          | 0                                | 0        | 0         | 7 (100)  | 0        | 7 (23,3) |
|                                 | BDsizA        | 0                                | 0        | 0         | 0        | 8 (100)  | 8 (26,7) |
|                                 | <b>Toplam</b> | 3 (10,0)                         | 8 (26,7) | 3 (10,0)  | 8 (26,7) | 8 (26,7) | 30 (100) |

YCiAD: Yardımcı cihaz ile ayakta durma; YCiGliAA: Yardımcı cihaz ile adım atma (gözetimli); YCiGsizAA: Yardımcı cihaz ile adım atma (gözetimsiz); BDİA: Bağımsız destek ile ambule; BDsizA: Bağımsız desteksiz ambule  
n: Hasta sayısı; %: Satır yüzdesi; %\*Sütun yüzdesi; #McNemar-Bowker Testi

İncelenenlerin tedavi öncesi ve sonrası Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi (KMFSS) düzeyleri Tablo 4.3'te sunulmuştur.

Araştırma kapsamında incelenen hastaların %40,0'ı tedavi öncesinde KMFSS'ye göre seviye II iken %30,0'ı seviye III, %26,7'si seviye IV ve %3,3'ü seviye V'ti. Tedavi sonrasında ise incelenen 30 hastanın yine %40,0'ı seviye II, %26,7'si seviye III, %30,0'ı seviye IV ve %3,3'ü seviye V'ti. Sadece tedavi öncesi KMFSS seviye III olan 9 hastanın 1'i tedavi sonrası seviye IV olarak tespit edildi. Diğer tüm hastaların KMFSS düzeylerinde herhangi bir değişiklik olmadı (Tablo 4.3).

İncelenen hastaların KMFSS düzeylerinde tedavi öncesine göre tedavi sonrası anlamlı değişiklik olmadı ( $p=0,317$ ) (Tablo 4.3).

**Tablo 4.3.** İncelenenlerin tedavi öncesi ve sonrası Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi düzeyleri

|                     |               | Tedavi Sonrası KMFSS |          |          |         | Toplam    |
|---------------------|---------------|----------------------|----------|----------|---------|-----------|
|                     |               | II                   | III      | IV       | V       |           |
|                     |               | n (%)                | n (%)    | n (%)    | n (%)   |           |
| Tedavi Öncesi KMFSS | II            | 12 (100)             | 0        | 0        | 0       | 12 (40,0) |
|                     | III           | 0                    | 8 (88,9) | 1 (11,1) | 0       | 9 (30,0)  |
|                     | IV            | 0                    | 0        | 8 (100)  | 0       | 8 (26,7)  |
|                     | V             | 0                    | 0        | 0        | 1 (100) | 1 (3,3)   |
|                     | <b>Toplam</b> | 12 (40,0)            | 8 (26,7) | 9 (30,0) | 1 (3,3) | 30 (100)  |

n: Hasta sayısı; %: Satır yüzdesi; %\*Sütun yüzdesi; KMFSS: Kaba motor fonksiyon sınıflama sistemi;  
#McNemar-Bowker Testi

İncelenenlerin tedavi öncesi ve sonrası Boyd&Graham Skalası'na göre selektif motor kontrol seviyesi Tablo 4.4'te sunulmuştur.

Araştırma kapsamında incelenen hastaların %20,0'ının tedavi öncesi Boyd&Graham Skalası'na göre selektif motor kontrol seviyesi I iken %26,7'sinin II, %40,0'ının III ve %13,3'ünün IV'tü. Tedavi sonrası ise hastaların %16,7'sinin Boyd&Graham Skalası'na göre selektif motor kontrol seviyesi I iken %16,7'si II, %46,6'sı III ve %20,0'ı IV'tü (Tablo 4.4).

Araştırmaya dahil edilen 30 hastadan tedavi öncesi Boyd&Graham Skalası'na göre selektif motor kontrol seviyesi I olan 6 hastanın 1'i tedavi sonrası seviye II'ye yükselirken tedavi öncesi seviye II olan 8 hastanın 4'ü seviye III'e, tedavi öncesi seviye III olan 12 hastanın 2'si seviye IV'e yükselmişti ve tedavi öncesi seviye IV olan 4 hasta tedavi sonrasında da seviye IV'tü.

Hastaların tedavi öncesi ve tedavi sonrası arasındaki Boyd&Graham Skalası'na göre selektif motor kontrol seviyesindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p=0,072$ ) (Tablo 4.4).

**Tablo 4.4.** İncelenenlerin tedavi öncesi ve sonrası Boyd&Graham Skalasına göre selektif motor kontrol seviyesi

|                                            |        | Tedavi Sonrası Boyd&Graham Skalası Seviyesi |          |           |          | Toplam    |
|--------------------------------------------|--------|---------------------------------------------|----------|-----------|----------|-----------|
|                                            |        | I                                           | II       | III       | IV       |           |
|                                            |        | n (%)                                       | n (%)    | n (%)     | n (%)    | n (%)     |
| Tedavi Öncesi Boyd&Graham Skalası Seviyesi | I      | 5 (83,3)                                    | 1 (16,7) | 0         | 0        | 6 (20,0)  |
|                                            | II     | 0                                           | 4 (50,0) | 4 (50,0)  | 0        | 8 (26,7)  |
|                                            | III    | 0                                           | 0        | 10 (83,3) | 2 (16,7) | 12 (40,0) |
|                                            | IV     | 0                                           | 0        | 0         | 4 (100)  | 4 (13,3)  |
|                                            | Toplam | 5 (16,7)                                    | 5 (16,7) | 14 (46,6) | 6 (20,0) | 30 (100)  |

n: Hasta sayısı; %: Satır yüzdesi; %\*Sütun yüzdesi; #McNemar-Bowker Testi

İncelenenlerin tedavi öncesi ve sonrası Modifiye Trost Skalası'na göre selektif motor kontrol seviyesi Tablo 4.5'te sunulmuştur.

Araştırmaya dahil edilen 30 hastanın %20,0'ının tedavi öncesi Modifiye Trost Skalası'na göre selektif motor kontrol seviyesi "0" iken %56,7'sinin "1" ve %23,3'ünün "2"ydi. Tedavi sonrası ise hastaların %20,0'ının Modifiye Trost

Skalası'na göre selektif motor kontrol seviyesi "0" iken %46,7'sinin "1" ve %33,3'ünün "2"ydi (Tablo 4.5).

Tedavi öncesi Modifiye Trost Skalası'na göre selektif motor kontrol seviyesi "0" olan 6 hastanın tedavi sonrasında da "0" iken tedavi öncesi Modifiye Trost Skalası'na göre selektif motor kontrol seviyesi "1" olan 17 hastanın 3'ünün tedavi sonrası Modifiye Trost Skalası'na göre selektif motor kontrol seviyesi "2"ye yükselmişti ve tedavi öncesi Modifiye Trost Skalası'na göre selektif motor kontrol seviyesi "2" olan 7 hastanın tedavi sonrasında da Modifiye Trost Skalası'na göre selektif motor kontrol seviyesi "2"ydi (Tablo 4.5).

Araştırma kapsamında incelenen 30 hastanın tedavi öncesi ve tedavi sonrası arasındaki Modifiye Trost Skalası'na göre selektif motor kontrol seviyesindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p=0,083$ ) (Tablo 4.5).

**Tablo 4.5.** İncelenenlerin tedavi öncesi ve sonrası Modifiye Trost Skalasına göre selektif motor kontrol seviyesi

|                                                      |               | Tedavi Sonrası Modifiye Trost Skalası Seviyesi |           |           | Toplam    |
|------------------------------------------------------|---------------|------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|
|                                                      |               | 0                                              | 1         | 2         |           |
|                                                      |               | n (%)                                          | n (%)     | n (%)     | n (%*)    |
| <b>Tedavi Öncesi Modifiye Trost Skalası Seviyesi</b> | 0             | 6 (100)                                        | 0         | 0         | 6 (20,0)  |
|                                                      | 1             | 0                                              | 14 (82,4) | 3 (17,6)  | 17 (56,7) |
|                                                      | 2             | 0                                              | 0         | 7 (100)   | 7 (23,3)  |
|                                                      | <b>Toplam</b> | 6 (20,0)                                       | 14 (46,7) | 10 (33,3) | 30 (100)  |

n: Hasta sayısı; %: Satır yüzdesi; %\*Sütun yüzdesi; #McNemar-Bowker Testi

İncelenenlerin tedavi öncesine göre tedavi sonrası spastikite durumundaki değişim Tablo 4.6'da sunulmuştur.

İncelenen 30 hastanın Modifiye Ashworth Skalası'na göre %66,7'sinin kalça fleksör kasında spastikite saptanmazken %10,0'unda tedavi sonrası düzelme saptandı ve %23,3'ünde düzelme olmadı. Kalça addüktörlerine bakıldığında ise hastaların %63,4'ünde spastikite saptanmazken %13,3'ünde tedavi sonrası düzelme oldu ve %23,3'ünde olmadı (Tablo 4.6).

Hastaların %53,3'ünün Modifiye Ashworth Skalası'na göre diz fleksör kaslarında spastikite saptanmadı. Düzelme durumuna bakılacak olursa; %26,7'sinde tedavi sonrası düzelme olurken %20,0'ında olmadı. Diz ekstansör kaslarında ise

hastaların %50,0'ında spasite saptanmazken %10,0'ında tedavi sonrası düzelme oldu ve %40,0'ında olmadı (Tablo 4.6).

İncelenenlerin tamamında Modifiye Ashworth Skalası'na göre ayak bileği dorsi fleksör kaslarında spasite saptanmadı. Ayak bileği plantar fleksör kaslarına bakıldığında ise; hastaların %10,0'ında spasite saptanmazken %46,7'sinde tedavi sonrası düzelme oldu ve %43,3'ünde olmadı (Tablo 4.6).

**Tablo 4.6.** İncelenenlerin tedavi öncesine göre tedavi sonrası spasite durumundaki değişim

|                    |                    | Spasite Yok | Düzelme Var | Düzelme Yok |
|--------------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|
|                    |                    | n (%)       | n (%)       | n (%)       |
| <b>Kalça</b>       | Fleksörler         | 20 (66,7)   | 3 (10,0)    | 7 (23,3)    |
|                    | Adduktörler        | 19 (63,4)   | 4 (13,3)    | 7 (23,3)    |
| <b>Diz</b>         | Fleksörler         | 16 (53,3)   | 8 (26,7)    | 6 (20,0)    |
|                    | Ekstansörler       | 15 (50,0)   | 3 (10,0)    | 12 (40,0)   |
| <b>Ayak Bileği</b> | Dorsi Fleksörler   | 30 (100)    | ----        | ----        |
|                    | Plantar Fleksörler | 3 (10,0)    | 14 (46,7)   | 13 (43,3)   |

n: Hasta sayısı; %: Yüzde

Araştırma kapsamında incelenen hastaların tedavi öncesine göre tedavi sonrası ayak bileği plantar fleksör kaslarına ait Modifiye Ashworth Skalası skoru ile alt ekstremitte bileşik Modifiye Ashworth Skalası skoru anlamlı olarak düşerken ( $p<0,05$ ), diğer kaslarındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.7).

**Tablo 4.7.** İncelenenlerin tedavi öncesi ve tedavi sonrası Modifiye Ashworth Skalası skorunun dağılımı

| (n=30)                                   |                    | Tedavi Öncesi     | Tedavi Sonrası    | p      |
|------------------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|--------|
|                                          |                    | medyan (min-maks) | medyan (min-maks) |        |
| <b>Kalça</b>                             | Fleksörler         | 0 (0-4)           | 0 (0-4)           | 0,102  |
|                                          | Adduktörler        | 0 (0-6)           | 0 (0-6)           | 0,056  |
| <b>Diz</b>                               | Fleksörler         | 0 (0-8)           | 0 (0-8)           | 0,058  |
|                                          | Ekstansörler       | 1 (0-4)           | 0 (0-4)           | 0,102  |
| <b>Ayak Bileği</b>                       | Dorsi Fleksörler   | 0 (0-0)           | 0 (0-0)           | 1,000  |
|                                          | Plantar Fleksörler | 3 (0-6)           | 2 (0-6)           | <0,001 |
| <b>Alt ekstremitte bileşik MAS skoru</b> |                    | 5,5 (1-20)        | 4 (0-18)          | <0,001 |

n: Hasta sayısı

İncelenenlerin tedavi öncesine göre tedavi sonrası kontraktür testlerindeki değişim Tablo 4.8’de sunulmuştur.

Hastaların %3,3’ünün Thomas testinde düzelme olurken %20,0’ında olmadı. Duncan-Ely testi, hastaların %13,3’ünün kontraktüründe düzelirken %46,7’sinde olmadı. Hastaların %13,3’ünün Posterior Kapsüler Gerginlik testinde düzelme olurken %33,3’ünde olmadı. Hastaların %10,0’ının Gracilis testinde düzelme olurken %13,3’ünde olmadı. Phelps-Gracilis testi hastaların %6,7’sinde düzelirken %16,7’sinde düzelme olmadı. Son olarak Silverskiöld testi hastaların %20,0’ında düzelirken %60,0’ında düzelme olmadı (Tablo 4.8).

**Tablo 4.8.** İncelenenlerin tedavi öncesine göre tedavi sonrası kontraktür durumundaki değişim

|                                           | Negatif<br>n (%) | Düzelme Var<br>n (%) | Düzelme Yok<br>n (%) |
|-------------------------------------------|------------------|----------------------|----------------------|
| <b>Thomas Testi</b>                       | 23 (76,7)        | 1 (3,3)              | 6 (20,0)             |
| <b>Duncan-Ely Testi</b>                   | 12 (40,0)        | 4 (13,3)             | 14 (46,7)            |
| <b>Posterior Kapsüler Gerginlik Testi</b> | 16 (53,3)        | 4 (13,3)             | 10 (33,3)            |
| <b>Gracilis Testi</b>                     | 23 (76,7)        | 3 (10,0)             | 4 (13,3)             |
| <b>Phelps-Gracilis Testi</b>              | 23 (76,7)        | 2 (6,7)              | 5 (16,7)             |
| <b>Silverskiöld Testi</b>                 | 6 (20,0)         | 6 (20,0)             | 18 (60,0)            |

n: Hasta sayısı; %: Yüzde

Tedavi öncesi ve sonrası arasında popliteal açılarının ve Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (PFBÖ) skorunun dağılımı Tablo 4.9’da sunulmuştur.

**Tablo 4.9.** Tedavi öncesi ve sonrası arasında popliteal açılarının ve PFBÖ skorunun dağılımı

| n: 30           | Tedavi öncesi |                   | Tedavi sonrası |                   | p*           |
|-----------------|---------------|-------------------|----------------|-------------------|--------------|
|                 | ort±SD        | medyan (min-maks) | ort±SD         | medyan (min-maks) |              |
| Popliteal açısı |               |                   |                |                   |              |
| R2              | 25,67±32,34   | 5 (0-90)          | 17,83±26,38    | 0 (0-80)          | <b>0,002</b> |
| R1              | 34,67±37,02   | 20 (0-90)         | 28,67±34,61    | 10 (0-90)         | <b>0,007</b> |
| PFBÖ            | 67,80±31,77   | 61,5 (22-120)     | 68,43±31,75    | 62,5 (22-120)     | <b>0,004</b> |

n: Hasta sayısı; %: Yüzde; \*Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi

Araştırma kapsamında incelenen hastaların tedavi öncesine göre tedavi sonrasında R1 ve R2 popliteal açılarındaki ve PFBÖ skorundaki değişim istatistiksel olarak anlamlıydı (sırasıyla  $p=0,007$ ,  $p=0,002$ ,  $p=0,004$ ).

Tedavi öncesi R2 açısı ortalaması  $25,67\pm32,34$  (medyan:5) dereceyken tedavi sonrası ortalama açı  $17,83\pm26,38$  (medyan:0) dereceye geriledi. Tedavi öncesi R1 açısı ortalaması  $34,67\pm37,02$  (medyan:20) dereceyken tedavi sonrası ortalama açı  $28,67\pm34,61$  (medyan:10) dereceye geriledi.

Tedavi öncesi PFBÖ skoru ortalaması  $67,80\pm31,77$  (medyan:61,5) iken tedavi sonrası PFBÖ skoru ortalaması  $68,43\pm31,75$  (medyan:62,5) ile anlamlı olarak artış gösterdi (Tablo 4.9).

Tedavi öncesi ve sonrası arasında Hoffman (H) refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranındaki değişim dağılımı Tablo 4.10'de sunulmuştur.

**Tablo 4.10.** Tedavi öncesi ve sonrası arasında Hoffman (H) refleksi latansı ve amplitüdü ve H/M oranının dağılımı

| (n=30)            | Tedavi Öncesi |                   | Tedavi Sonrası |                   | p*    |
|-------------------|---------------|-------------------|----------------|-------------------|-------|
|                   | ort±SD        | medyan (min-maks) | ort±SD         | Medyan (min-maks) |       |
| <b>H refleksi</b> |               |                   |                |                   |       |
| Amplitüd (mV)     | 1,87±1,37     | 1,8 (0,2-5,0)     | 2,37±1,39      | 2,8 (0,1-4,6)     | 0,150 |
| Latans (msn)      | 20,62±3,50    | 20,8 (10,5-28,0)  | 20,47±3,73     | 20,6 (9,7-28,8)   | 0,634 |
| H/M oranı         | 0,48±0,38     | 0,41 (0,04-1,50)  | 0,60±0,37      | 0,58(0,02-1,20)   | 0,217 |

n: Hasta sayısı; %: Yüzde; \*Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi

Hastaların tedavi öncesine göre tedavi sonrası H refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.10).

Ortopedik girişim yapılan ve yapılmayanlar arasında tedavi öncesi ve tedavi sonrası popliteal açıların, H refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranının ve PFBÖ skorunun dağılımı Tablo 4.11'de sunulmuştur.

Araştırmaya dahil edilen 30 hastadan daha önce ortopedik girişim yapılan ve yapılmayanlar arasında hem tedavi öncesindeki hem de tedavi sonrasındaki R1 ve R2 popliteal açıları, H refleksi latansı, H refleksi amplitüdü, H/M oranı ve PFBÖ skoru açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.11).

**Tablo 4.11.** Ortopedik girişim yapılan ve yapılmayanlar arasında tedavi öncesi ve tedavi sonrası popliteal açılarının, Hoffman (H) refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranının ve PFBÖ skorunun dağılımı

|                       |                        | Ortopedik Girişim Yapılmamış (n=14) |                   | Ortopedik Girişim Yapılmış (n=16) |                   | p*    |
|-----------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|-------------------|-------|
|                       |                        | ort±SD                              | medyan (min-maks) | ort±SD                            | medyan (min-maks) |       |
| <b>Tedavi Öncesi</b>  | <b>Popliteal Açısı</b> |                                     |                   |                                   |                   |       |
|                       | R2                     | 27,86±32,86                         | 10 (0-90)         | 23,75±32,84                       | 5 (0-90)          | 0,854 |
|                       | R1                     | 36,43±38,55                         | 25 (0-90)         | 33,12±36,83                       | 20 (0-90)         | 0,886 |
|                       | <b>H refleksi</b>      |                                     |                   |                                   |                   |       |
|                       | Amplitüd (mV)          | 2,11±1,59                           | 1,8 (0,2-5,0)     | 1,67±1,15                         | 1,6 (0,2-3,5)     | 0,608 |
|                       | Latans (msn)           | 19,70±4,05                          | 19,5 (10,3-28,0)  | 21,42±2,82                        | 21,2 (16,5-26,7)  | 0,224 |
|                       | H/M oranı              | 0,52±0,42                           | 0,46 (0,04-1,50)  | 0,45±0,36                         | 0,38 (0,04-1,50)  | 0,790 |
|                       | <b>PFBÖ</b>            | 63,29±31,84                         | 59,5 (22-117)     | 71,75±32,20                       | 66,5 (32-120)     | 0,423 |
| <b>Tedavi Sonrası</b> | <b>Popliteal Açısı</b> |                                     |                   |                                   |                   |       |
|                       | R2                     | 18,57±25,98                         | 0 (0-70)          | 17,19±27,57                       | 0 (0-80)          | 0,951 |
|                       | R1                     | 29,29±34,30                         | 15 (0-90)         | 28,12±36,00                       | 10 (0-90)         | 0,984 |
|                       | <b>H refleksi</b>      |                                     |                   |                                   |                   |       |
|                       | Amplitüd (mV)          | 1,93±1,34                           | 2,0 (0,1-3,9)     | 2,76±1,35                         | 2,9 (0,3-4,6)     | 0,110 |
|                       | Latans (msn)           | 20,10±4,53                          | 20,5 (9,7-28,8)   | 20,79±2,98                        | 20,9 (14,7-26,3)  | 0,667 |
|                       | H/M oranı              | 0,48±0,37                           | 0,50 (0,02-1,10)  | 0,70±0,35                         | 0,67 (0,12-1,20)  | 0,070 |
|                       | <b>PFBÖ</b>            | 63,79±31,83                         | 61,5 (22-117)     | 72,50±32,14                       | 67 (32-120)       | 0,400 |

n: Hasta sayısı; %: Yüzde; \*Mann-Whitney U Testi

Araştırma kapsamında incelenen hastaların tedavi sonrasındaki değerlerinden tedavi öncesindeki değerleri çıkarılarak farkları hesaplandı. Buna göre; ortopedik girişim yapılan ve yapılmayanlar arasında tedavi öncesi ve tedavi sonrası popliteal açılarının, H refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranı ve PFBÖ skoru farklarının dağılımı Tablo 4.12’de sunulmuştur.

Daha önce ortopedik girişim yapılan ve yapılmayanlar arasında H/M oranı farkı ile H amplitüd ve latans farkı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (sırasıyla p=0,017, p=0,034, p=0,019). Ortopedik girişim yapılan hastaların tedavi sonrasında H/M oranı ve H amplitüdü ortopedik girişim yapılmayanlardan anlamlı olarak daha fazla artarken, H latansı anlamlı olarak daha fazla azalmıştı (Tablo 4.12).

Diğer taraftan daha önce ortopedik girişim yapılan ve yapılmayanlar arasında R1 ve R2 popliteal açı farkları ile PFBÖ skor farkı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.12).

**Tablo 4.12.** Ortopedik girişim yapılan ve yapılmayanlar arasında tedavi öncesi ve tedavi sonrası popliteal açılarının, Hoffman (H) refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranı ve PFBÖ skoru farklarının dağılımı

| Ortopedik Girişim Yapılmamış<br>(n=14) |             |                    | Ortopedik Girişim Yapılmış<br>(n=16) |                   | p*           |
|----------------------------------------|-------------|--------------------|--------------------------------------|-------------------|--------------|
|                                        | ort±SD      | medyan (min;maks)  | ort±SD                               | medyan (min;maks) |              |
| Popliteal Açık Farkı (TS-TÖ)           |             |                    |                                      |                   |              |
| R2                                     | -9,29±12,07 | 0 (-30;0)          | -6,56±11,36                          | 0 (-40;0)         | 0,637        |
| R1                                     | -7,14±13,26 | 0 (-40;0)          | -5,00±8,94                           | 0 (-30;0)         | 0,951        |
| H refleksi Farkı (TS-TÖ)               |             |                    |                                      |                   |              |
| Amplitüt (mV)                          | -0,18±1,24  | -0,2 (-1,8;3,1)    | 1,09±1,58                            | 1,4 (-2,3;4,4)    | <b>0,017</b> |
| Latans (msn)                           | 0,40±4,00   | 0,8 (-12,1;5,7)    | -0,62±1,56                           | -0,4 (-3,5;1,3)   | <b>0,034</b> |
| H/M oranı                              | -0,03±0,33  | -0,04 (-0,54;0,86) | -0,25±0,47                           | 0,35 (-1,00;0,96) | <b>0,019</b> |
| PFBÖ Farkı (TS-TÖ)                     | 0,50±0,85   | 0 (0;2)            | 0,75±1,53                            | 0 (0;6)           | 0,790        |

n: Hasta sayısı; %: Yüzde; \*Mann-Whitney U Testi; TÖ: Tedavi öncesi; TS: Tedavi sonrası

Botulinum toksini uygulanan ve uygulanmayanlar arasında tedavi öncesi ve tedavi sonrası popliteal açılarının, H refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranının ve PFBÖ skorunun dağılımı Tablo 4.13'te sunulmuştur.

İncelenen hastalardan botulinum toksini uygulanan ve uygulanmayanlar arasında hem tedavi öncesinde hem de sonrasında R1 ve R2 popliteal açıları, H refleksi amplitüdü, H refleksi latansı, H/M oranı ve PFBÖ skoru açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.13).

**Tablo 4.13.** Botulinum toksini uygulanan ve uygulanmayanlar arasında tedavi öncesi ve tedavi sonrası popliteal açılar, Hoffman (H) refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranının ve PFBÖ skorunun dağılımı

|                       |                      | Botulinum Toksini Uygulanmamış (n=10) |                   | Botulinum Toksini Uygulanmış (n=20) |                   | p*    |
|-----------------------|----------------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------------------------|-------------------|-------|
|                       |                      | ort±SD                                | medyan (min-maks) | ort±SD                              | medyan (min-maks) |       |
| <b>Tedavi Öncesi</b>  | <b>Popliteal Açı</b> |                                       |                   |                                     |                   |       |
|                       | R2                   | 18,00±30,48                           | 0 (0-80)          | 29,50±33,32                         | 15 (0-90)         | 0,248 |
|                       | R1                   | 26,00±40,06                           | 0 (0-90)          | 39,00±36,67                         | 25 (0-90)         | 0,231 |
|                       | <b>H refleksi</b>    |                                       |                   |                                     |                   |       |
|                       | Amplitüt (mV)        | 1,69±1,21                             | 1,6 (0,2-3,5)     | 1,96±1,46                           | 1,8 (0,2-5,0)     | 0,619 |
|                       | Latans (msn)         | 20,15±3,20                            | 19,4 (16,7-26,7)  | 20,85±3,69                          | 21,1 (10,3-28,0)  | 0,422 |
|                       | H/M oranı            | 0,36±0,24                             | 0,33 (0,04-0,70)  | 0,54±0,43                           | 0,45 (0,1-1,5)    | 0,350 |
|                       | <b>PFBÖ</b>          | 75,20±34,48                           | 67,5 (22-117)     | 64,10±30,56                         | 61 (29-120)       | 0,422 |
| <b>Tedavi Sonrası</b> | <b>Popliteal Açı</b> |                                       |                   |                                     |                   |       |
|                       | R2                   | 14,00±26,75                           | 0 (0-80)          | 19,75±26,68                         | 2,5 (0-80)        | 0,448 |
|                       | R1                   | 22,00±35,53                           | 0 (0-90)          | 32,00±34,58                         | 20 (0-90)         | 0,350 |
|                       | <b>H refleksi</b>    |                                       |                   |                                     |                   |       |
|                       | Amplitüt (mV)        | 2,46±1,54                             | 2,7 (0,1-4,6)     | 2,33±1,35                           | 2,8 (0,1-4,4)     | 0,812 |
|                       | Latans (msn)         | 20,92±2,70                            | 21,3 (17,3-26,3)  | 20,24±4,20                          | 20,2 (9,7-28,8)   | 0,779 |
|                       | H/M oranı            | 0,58±0,39                             | 0,57 (0,02-1,17)  | 0,61±0,37                           | 0,61 (0,02-1,20)  | 0,846 |
|                       | <b>PFBÖ</b>          | 76,30±34,01                           | 68,5 (22-117)     | 64,50±30,69                         | 62 (29-120)       | 0,373 |

n: Hasta sayısı; %: Yüzde; \*Mann-Whitney U Testi

Botulinum toksini uygulanan ve uygulanmayanlar arasında tedavi öncesi ve tedavi sonrası popliteal açılar, H refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranı ve PFBÖ skoru farklarının dağılımı Tablo 4.14'te sunulmuştur.

Araştırmaya dahil edilen hastalardan botulinum toksini uygulanan ve uygulanmayanlar arasında R1 ve R2 popliteal açı farkları, H refleksi amplitüd farkı, H refleksi latans farkı, H/M oranı farkı ve PFBÖ skor farkı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.14).

**Tablo 4.14.** Botulinum toksini uygulanan ve uygulanmayanlar arasında tedavi öncesi ve tedavi sonrası popliteal açılar, Hoffman (H) refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranı ve PFBÖ skoru farklarının dağılımı

|                            | Botulinum Toksini Uygulanmamış<br>(n=10) |                   | Botulinum Toksini Uygulanmış<br>(n=20) |                   | p*    |
|----------------------------|------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------|-------------------|-------|
|                            | ort±SD                                   | medyan (min;maks) | ort±SD                                 | medyan (min;maks) |       |
| Popliteal Aç Farkı (TS-TÖ) |                                          |                   |                                        |                   |       |
| R2                         | -4,00±8,43                               | 0 (-20;0)         | -9,75±12,61                            | -2,5 (-40;0)      | 0,214 |
| R1                         | -4,00±9,66                               | 0 (-30;0)         | -7,00±11,74                            | 0 (-40;0)         | 0,530 |
| H refleksi Farkı (TS-TÖ)   |                                          |                   |                                        |                   |       |
| Amplitüt (mV)              | 0,77±1,72                                | 0,5 (-1,2;4,4)    | 0,36±1,48                              | 0,2 (-2,3;3,1)    | 0,846 |
| Latans (msn)               | 0,77±1,54                                | 0,65 (-1,7;3,5)   | -0,60±3,38                             | -0,10(-12,1;5,7)  | 0,183 |
| H/M oranı                  | 0,21±0,42                                | 0,09 (-0,24;0,96) | 0,07±0,43                              | 0,02 (-1,0;0,86)  | 0,713 |
| PFBÖ Farkı (TS-TÖ)         | 1,10±1,91                                | 0 (0;6)           | 0,40±0,68                              | 0 (0;2)           | 0,502 |

n: Hasta sayısı; %: Yüzde; \*Mann-Whitney U Testi; TÖ: Tedavi öncesi; TS: Tedavi sonrası

Botulinum toksini uygulanma durumları arasında tedavi öncesi ve tedavi sonrası popliteal açılar, H refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranının ve PFBÖ skorunun dağılımı Tablo 4.15’te sunulmuştur.

Araştırma kapsamında incelenen hastalardan botulinum toksini uygulanmayanlarla bir kez ve birden çok kez uygulananlar arasında hem tedavi öncesi hem de tedavi sonrası R1 ve R2 popliteal açıları, H refleksi amplitüdü, H refleksi latansı, H/M oranı ve PFBÖ skoru açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.15).

**Tablo 4.15.** Botulinum toksini uygulanma durumları arasında tedavi öncesi ve tedavi sonrası popliteal açılarının, Hoffman (H) refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranının ve PFBÖ skorunun dağılımı

|                           |                      | Botulinum Toksini<br>Uygulanmamış<br>(n=10) | Bir Kez Botulinum<br>Toksini<br>Uygulanmış<br>(n=10) | Birden Çok Kez<br>Botulinum Toksini<br>Uygulanmış<br>(n=10) | p*    |
|---------------------------|----------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------|
|                           |                      | medyan(min-maks)                            | medyan(min-maks)                                     | medyan(min-maks)                                            |       |
|                           |                      |                                             |                                                      |                                                             |       |
| <b>Tedavi<br/>Öncesi</b>  | <b>Popliteal Açı</b> |                                             |                                                      |                                                             |       |
|                           | R2                   | 0 (0-80)                                    | 10 (0-90)                                            | 15 (0-90)                                                   | 0,381 |
|                           | R1                   | 0 (0-90)                                    | 35 (0-90)                                            | 25 (0-90)                                                   | 0,379 |
|                           | <b>H refleksi</b>    |                                             |                                                      |                                                             |       |
|                           | Amplitüd (mV)        | 1,6 (0,2-3,5)                               | 1,2 (0,2-3,1)                                        | 2,4 (0,3-5,0)                                               | 0,176 |
|                           | Latans (msn)         | 19,4 (16,7-26,7)                            | 21,2 (10,3-24,5)                                     | 21,1 (16,5-28,0)                                            | 0,694 |
|                           | H/M oranı            | 0,33 (0,04-0,70)                            | 0,34 (0,06-0,77)                                     | 0,64(0,06-1,50)                                             | 0,128 |
|                           | <b>PFBÖ</b>          | 67,5 (22-117)                               | 59 (29-120)                                          | 61 (32-112)                                                 | 0,705 |
|                           | <b>Popliteal Açı</b> |                                             |                                                      |                                                             |       |
|                           | R2                   | 0 (0-80)                                    | 0 (0-80)                                             | 12,5 (0-70)                                                 | 0,505 |
|                           | R1                   | 0 (0-90)                                    | 10 (0-90)                                            | 25 (0-90)                                                   | 0,393 |
| <b>Tedavi<br/>Sonrası</b> | <b>H refleksi</b>    |                                             |                                                      |                                                             |       |
|                           | Amplitüt (mV)        | 2,7 (0,1-4,6)                               | 2,2 (0,1-3,9)                                        | 3,0 (0,5-4,4)                                               | 0,799 |
|                           | Latans (msn)         | 21,3 (17,3-26,3)                            | 19,8 (9,7-24,2)                                      | 21,4 (14,7-28,8)                                            | 0,654 |
|                           | H/M oranı            | 0,57 (0,02-1,17)                            | 0,54 (0,02-1,10)                                     | 0,72 (0,10-1,20)                                            | 0,657 |
|                           | <b>PFBÖ</b>          | 68,5 (22-117)                               | 59,5 (29-120)                                        | 62 (32-112)                                                 | 0,664 |

n: Hasta sayısı; %: Yüzde; \*Kruskal Wallis Testi

Botulinum toksini uygulanma durumları arasında tedavi öncesi ve tedavi sonrası popliteal açılarının, H refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranı ve PFBÖ skoru farklarının dağılımı Tablo 4.16’da sunulmuştur.

İncelenen hastalardan botulinum toksini uygulanmayanlarla bir kez ve birden çok kez uygulananlar arasında R1 ve R2 popliteal açı farkları, H refleksi amplitüd farkı, H refleksi latans farkı, H/M oranı farkı ve PFBÖ skor farkı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.16).

**Tablo 4.16.** Botulinum toksini uygulanma durumları arasında tedavi öncesi ve tedavi sonrası popliteal açılar, Hoffman (H) refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranı ve PFBÖ skoru farklarının dağılımı

|                                    | Botulinum Toksini Uygulanmamış (n=10) | Bir Kez Botulinum Toksini Uygulanmış (n=10) | Birden Çok Kez Botulinum Toksini Uygulanmış (n=10) | p*    |
|------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------|
|                                    | medyan (min;maks)                     | medyan (min;maks)                           | medyan (min;maks)                                  |       |
| <b>Popliteal Açı Farkı (TS-TÖ)</b> |                                       |                                             |                                                    |       |
| R2                                 | 0 (-20;0)                             | -5 (-30;0)                                  | -2,5 (-40;0)                                       | 0,331 |
| R1                                 | 0 (-30;0)                             | -5 (-40;0)                                  | 0 (-20;0)                                          | 0,220 |
| <b>H refleksi Farkı (TS-TÖ)</b>    |                                       |                                             |                                                    |       |
| Amplitüd (mV)                      | 0,5 (-1,2;4,4)                        | 0,4 (-0,7;3,1)                              | 0,1 (-2,3;2,6)                                     | 0,607 |
| Latans (msn)                       | 0,65 (-1,7;3,5)                       | -0,5 (-12,1;5,7)                            | 0,6 (-3,0;1,3)                                     | 0,318 |
| H/M oranı                          | 0,09 (-0,2;1,0)                       | 0,9 (-0,2;0,9)                              | -0,01 (-1,0;0,6)                                   | 0,692 |
| <b>PFBÖ Farkı (TS-TÖ)</b>          | 0 (0;6)                               | 0 (0;2)                                     | 0 (0;2)                                            | 0,525 |

n: Hasta sayısı; %: Yüzde; \*Kruskal Wallis Testi; TÖ: Tedavi öncesi; TS: Tedavi sonrası

Yaş, tanı yaşı, BKİ ile popliteal açı, H amplitüdü, H latansı, H/M oranı ve PFBÖ skorundaki değişim miktarı arasındaki ilişki Tablo 4.17’de sunulmuştur.

Araştırma kapsamında incelenen hastaların H/M oranı farkı ile H amplitüd farkı arasında pozitif yönde, çok güçlü düzeyde ( $r=0,98$ ) istatistiksel olarak anlamlı ilişki saptandı ( $p<0,05$ ) (Tablo 4.17).

Yukarıda belirtiler dışında hastaların yaşları, tanı yaşları, VKİ, popliteal açıları, H amplitüdü, latansı, H/M oranı ve PFBÖ skoru arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Tablo 4.17).

**Tablo 4.17.** Yaş, tanı yaşı, VKİ ile popliteal açı, H amplitüdü, H latansı, H/M oranı ve PFBÖ skorundaki değişim miktarı arasındaki ilişki

| (n=30)                  | Popliteal Açı |          | H Amplitüd Farkı | H Latans Farkı | H/M Oran Farkı | PFBÖ Farkı |
|-------------------------|---------------|----------|------------------|----------------|----------------|------------|
|                         | R2 Farkı      | R1 Farkı |                  |                |                |            |
| <b>Yaş</b>              | -0,017        | -0,062   | 0,020            | -0,177         | 0,010          | -0,175     |
| <b>Tanı Yaşı</b>        | 0,177         | 0,230    | -0,230           | 0,173          | -0,256         | 0,026      |
| <b>VKİ</b>              | -0,293        | -0,245   | 0,110            | 0,072          | 0,160          | -0,022     |
| <b>H Amplitüd Farkı</b> | -0,089        | -0,304   | 1,000            | -0,002         | <b>0,981**</b> | -0,122     |
| <b>H Latans Farkı</b>   | 0,074         | 0,154    | -0,002           | 1,000          | 0,063          | -0,050     |
| <b>H/M Oran Farkı</b>   | -0,118        | -0,313   | <b>0,981**</b>   | 0,063          | 1,000          | -0,115     |
| <b>PFBÖ Farkı</b>       | 0,109         | 0,070    | -0,122           | -0,050         | -0,115         | 1,000      |

\* $p<0,05$ ; \*\* $p<0,01$ ; Spearman Korelasyon Analizi

## 5. TARTIŞMA

Çocukluk çağının en sık görülen özürlülük nedenlerinden biri olan serebral palsy, gelişimini henüz tamamlamamış fetüs ya da infant beyinde ilerleyici olmayan bir hasara bağlı olarak ortaya çıkan ancak yaşla değişebilen, aktivite kısıtlılığına neden olan, hareket ve postür gelişiminin bir grup kalıcı bozukluğudur (1,4). Serebral palside spastisite, kaslarda kuvvetsizlik, koordinasyon bozukluğu, atetoz, rijidite, tremorlar şeklinde motor bozukluklar sık görülür. Hastalarda genellikle kas kuvvetsizliğine eşlik eden spastisite, rijidite, distoni gibi hipertoni bulguları görülmektedir (109).

Serebral palsy tedavi yaklaşımında motor bozukluklara neden olan beyin hasarının onarılmasına yönelik kesin tedavi yöntemleri mevcut değildir. Tedavide esas amaç, hastaları günlük yaşam aktivitelerinde daha bağımsız hale getirebilmek için fonksiyonel durumunun belirlenip hastaya özgü rehabilitasyon yaklaşımları oluşturabilmektir. Kas tonusunu normalleştirilmesi ve eklem hareket açıklığının artırılması ile kontraktür, deformite, ağrı gibi ikincil kas-iskelet problemlerinin önlenmesi; kuvvetsiz kasların güçlendirilmesi, denge ve koordinasyonun artırılması ile hareket yeteneğinin artırılması ve işlevsel motor becerileri edinmesi; evde, okulda ve toplumda fonksiyonel bağımsızlığının sağlanması bu çocukların rehabilitasyonunda temel hedeflerdir (124,125).

Santral sinir sistemi, beyin plastisitesi mekanizmaları aracılığı ile öğrenme ve uyum kapasitesine sahiptir. Plastisite, egzersiz yoluyla artırılabilir ve hızlandırılabilir ancak motor öğrenmenin etkisi egzersizin düzenli olmasına ve yoğunluğuna bağlıdır. Son yıllarda nörobilimdeki gelişmeler ile serebral palsili hastaların işlevsel becerilerini artırmak için fonksiyonel terapilere odaklanılmıştır. Fonksiyonel terapilerden biri olan robotik teknolojilerin kullanımı son 15 yılda yaygınlaşmıştır ve bu konudaki gelişmeler artarak devam etmektedir. Robot yardımlı yürüme terapisi yüksek yoğunluklu, tekrarlanabilir, göreve spesifik ve interaktif bir tedavi yöntemidir (126). Bu tedavi, nörolojik rehabilitasyon alanında oldukça etkin olduğu düşünülen, resiprokal hareketler ile fizyolojik yürümeye en yakın yürüme egzersizinin uygulanmasını sağlayan aynı zamanda repetitif hareketler ile bipedal lokomasyonu sağlayarak lokomotor hafızanın oluşmasına olanak veren bir tedavi seçeneğidir.

Spastisite, tonik germe reflekslerinde (kas tonusunda) hıza bağımlı artış ile karakterize motor bir bozukluktur. Ekstremitenin pasif harekete karşı gösterdiği fizyolojik direncin artmasıdır (11,49). Serebral palsy sınıflandırmasında en sık görülen tip spastik tiptir ve olguların %70-80'i bu gruptadır (21). Spastisite tedavi edilmezse eklem kontraktürlerine, ağrıya, eklem dislokasyonlarına yol açabilir. Tedavisinde fizik tedavi modaliteleri, medikal tedavi, lokal tedaviler olarak botulinum toksin uygulaması, fenol uygulaması, ortezleme, cerrahi tedavi yöntemleri gibi birçok seçenek mevcuttur. Son yıllarda robotik rehabilitasyon alanının gelişmesiyle hastaların klinik tablolarına göre değişmekle birlikte zaman zaman pasif zaman zaman aktif hareketlerin inme ve omurilik yaralanmalı hastalarda spastik hipertoniinin azalmasına katkıda bulunabileceği gösterilmiştir (127-129). Ancak serebral palside robotik rehabilitasyon uygulamalarının spastisite üzerine etkisi ile ilgili yapılmış çok az çalışma mevcuttur.

Bu çalışmada amacımız yatarak rehabilitasyon programına alınmış SP tanılı çocuk hastalarda konvansiyonel tedaviye ek olarak uygulanan alt ekstremitte robotik rehabilitasyon tedavisinin spastisite üzerine etkisini araştırmak ve fonksiyonel durum üzerinde etkisini belirlemektir.

Bu amaçla yaptığımız çalışmaya yaşları 3-16 yıl arasında toplam 30 SP tanılı çocuk hasta alındı. İncelenen hastaların yaş ortalaması  $8,62 \pm 3,83$  (min:3-maks:15) yıl olup %50'si kız, %50 ise erkekti.

Hastanemizde SP tanılı çocuk hastalarda Ünsal ve ark.'nın yaptığı çalışmada yaş ortalaması 8.09, Erkin ve ark.'nın yaptığı çalışmada yaş ortalaması 5.8, Özgirgin ve ark.'nın yaptığı çalışmada 5.7 olarak bulunmuştur (130-132). Çalışmamızdaki yaş ortalamaları Özgirgin ve ark.'ları ile Erkin ve ark.'larının yaptıkları çalışmalardaki ortalamalardan yüksek, Ünsal ve ark.'nın yaptıkları çalışmaları ortalamalara benzer bulunmuştur. Ünsal ve ark.'nın çalışması ile benzer olmasının nedeni, çalışmamıza sadece Ünsal ve ark.'nın yaptığı çalışmada olduğu gibi yatarak rehabilitasyon tedavisi alan SP tanılı çocuk hastaları dahil etmemiz ile açıklanabilir.

Çalışmamızda tanı konulma yaşı ortalaması  $1,55 \pm 0,78$  (min:0-maks:3) yıldır. Kabakuş ve ark.'nın yaptığı çalışmada ilk tanı yaşı bir yaş altı olanları %42 olarak tespit etmişlerdir (133). Kıtay ve ark.'nın yaptığı çalışmada ise tanı yaşı hastaların %70'inde iki yaş altı, %25'inde 2-4 yaş arası, yaklaşık %5'inde ise 4 yaşından sonra

olarak bulunmuştur (77). Çalışmamızda tanı yaşı ortalaması Kıtay ve ark.'nın ve Kabakuş ve ark.'nın çalışmaları ile benzer bulunmuştur. SCPE, SP tanısı koymak için optimal yaşı 5 olduğunu belirtse de hastanemizde takibe alınan serebral palsi tanılı hasta grubunun tanı yaşının erken olması, ülkemizde SP riski taşıyan riskli bebeklerin erken fark edilip rehabilitasyon programına erken başladığını göstermektedir.

Çalışmaya alınan hasta grubumuzun boy uzunluğu ortalaması  $125,03 \pm 19,51$  cm ve vücut ağırlığı ortalaması  $26,29 \pm 10,77$  kg ve VKİ ortalaması  $16,09 \pm 2,49$  kg/m<sup>2</sup>'ydi. Gökkaya ve ark. yaptıkları bir çalışmada SP'li çocuklarda ambulasyon düzeyi ve gelişim parametreleri arasındaki ilişki değerlendirilmiş; çalışma sonuçları bizim çalışmamızda olduğu gibi bu hastalık grubunda sık görülen beslenme problemleri nedeniyle ortalamanın altında bulunmuştur (152). Balaban ve ark. fonksiyonel düzeyin enerji metabolizmasına etkisini araştırdıkları çalışma ile Kıtay ve ark.'nın yaptığı çalışmada; bizim çalışmamıza benzer şekilde VKİ 20 kg/m<sup>2</sup> altında bulunmuştur (77,138). Bu bulgular SP'li hastaların rehabilitasyonunda beslenme ve GİS problemlerinin göz önünde bulundurulması gerektiğini destekler niteliktedir.

Serebral palside etiyoloji açısından çalışmalar incelendiğinde; Kıtay ve ark. yaptıkları çalışmada, perinatal faktörlerden düşük doğum ağırlığının %50 oranıyla en sık gözlenen risk faktörü olduğunu, bu oranı sırasıyla anoksik kalma (%48.5), preterm doğum (%41.8), annede hipertansiyon (%11.8), akraba evliliği (%10.3), ikiz gebelik (%10.3), intrauterin enfeksiyonun (%8.8) izlediğini, postnatal nedenlerde konvulsiyon geçirme (%33.8) ve sarılığın (%17.6) en sık nedenler olduğunu belirtmişlerdir (77). Öneş ve ark.'nın yaptıkları çalışmada düşük doğum ağırlığı %41.5 ve anoksi %41.5 oranıyla risk faktörleri arasında 1. sırada yer alırken, prematürite %35.4 ile 2. sırada yer almıştır (134). Serdaroğlu ve ark. yaptıkları çalışmada en sık karşılaşılan risk faktörlerini düşük doğum ağırlığı (%45.1), preterm eylem (%40.5), doğum asfiksisi (%34.6) ve akraba evliliği (%23.8) olarak belirtmişlerdir (8). Demir ve ark.'nın çalışmaları asfiksi %39.2 ile ilk sırada, prematürite %25.5 ile 2. sırada yer almıştır (135). Hamamcı ve ark.'ları 100 SP'li çocukta yaptıkları araştırmada, çoğu hastada etiyolojik nedenlerin multifaktöriyel olduğunu, hastaların %52'sinde prenatal, %82'sinde natal ve %40'ında postnatal faktörlerin bulunduğunu bildirmişlerdir (136). Yıldızgören ve ark.'nın yaptığı çalışmada ise etiyolojik nedenlerde ilk sırayı multifaktöriyel nedenler almıştır (137).

Bizim çalışmamızda hastaların %29,9'unda etiyolojik neden multifaktöriyeldi. Preterm eylem %26,6 ile 2. sırada, doğum asfiksisi %16,7 ile 3. sırada yer aldı. Bunları kernikterus (%6,7), konvulziyon (%6,7), mekonyum aspirasyonu (%6,7) ve serebral lezyon (%6,7) izliyordu. Çalışmamızın sonuçları Hamamcı ve ark.'nın ve Yıldızgören ve ark.'nın sonuçları ile benzerdi. Çoklu nedenin ön sıralarda olmasının, ülkemizdeki düşük sosyo-ekonomik düzey ve düşük eğitim seviyesi ile birlikte gebelik takibinde anne uyumunun yetersiz olması ve perinatal/postnatal bakımın henüz yeterli olmamasıyla korele olduğunu düşünmekteyiz.

Serebral palsi tedavisinde güncel yaklaşım; bozulmuş hareket komponentlerinin düzenlenmesi, hareket kalitesinin artırılması ve performans için gerekli becerilerin geliştirilmesi için fonksiyonel kapasitenin artırılması vasıtası ile günlük yaşamda hastanın bağımsızlığını sağlamaktır (139-140). Literatürde robotik rehabilitasyon tedavisinin SP'li hastalarda fonksiyonel duruma etkisine bakıldığında Baxter ve ark.'nın yaptığı çalışmada 4 yaşından küçük 6 SP'li çocuk robot yardımcı yürüme terapisi öncesi ve sonrası fonksiyonel açıdan Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü-66 (KMFÖ-66) ve Pediatrik Özürlülük Değerlendirmesi (Pediatric Evaluation of Disability Inventory) (PEDI) ölçekleri ile değerlendirilmiş KMFÖ-66'nın D(ayağa kalkma) ve E(yürüme, koşma, merdiven çıkma) alt başlıklarında ve PEDI'de anlamlı fark bulunmuştur (141). Klobucka ve ark.'nın yaptığı çalışmada da 78 SP'li hasta değerlendirilmiş robot yardımcı yürüme terapisi öncesine göre tedavi sonrası kaba motor fonksiyonlarda anlamlı olarak düzelme bulmuşlardır (142). Gillaux ve ark. SP'li çocuklarda üst ekstremité robotik rehabilitasyonun fonksiyonel durum üzerine etkisine baktıkları çalışmada istatistiksel olarak anlamlı fark bulamamışlardır (143). Smania ve ark. SP'li çocuk hastalarda robot yardımcı tekrarlayıcı yürüme egzersizlerinin yürüme ve fonksiyonel durum üzerine etkisini incelemek için yaptıkları çalışmada fonksiyonel durum tedavi öncesi ve sonrası Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (PFBÖ) ile değerlendirilmiş, PFBÖ skorunda anlamlı artış bulamamışlardır (144). Van Hedel ve ark.'nın yaptığı çalışmada farklı KMFSS düzeyleri olan SP'li çocuklarda robot yardımcı yürüme tedavisinin yürüme ile ilişkili sonuçlardaki değişim araştırılmış, KMFSS seviye IV olan çocuklarda yürüme ile ilişkili sonuçlarda tedavi sonrasında önemli ilerleme gördükleri halde, KMFSS seviye grupları arasında farklı bir gelişme bulunmamıştır (145).

Biz çalışmamızda hastaların alt ekstremitte robotik rehabilitasyon uygulaması öncesi ve sonrası fonksiyonel durumlarını belirlemek için “Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi (KMFSS)”;

fonksiyonel bağımsızlık düzeylerini belirlemek için “Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (PFBÖ)” ölçeklerinden faydalandık. Çalışmamızda alt ekstremitte robotik rehabilitasyon uygulaması öncesi ve sonrasında değerlendirilen KMFSS ölçeğine göre hastaların fonksiyonel durumunda istatistiksel açıdan anlamlı farklılık saptanmadı ( $p>0,05$ ). Tedavi öncesine göre tedavi sonrasında PFBÖ skorundaki değişim istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p=0,004$ ).

Çalışmamızın sonuçları van Hedel ve ark.’nın çalışma sonuçları ile benzerdi. Smania ve ark.’nın çalışmasından farklı olarak çalışmamızda PFBÖ skorunda anlamlı düzelme bulduk. KMFSS seviyelerinde anlamlı düzelme olmadığı halde PFBÖ skorlarında anlamlı düzelme görülmesini; KMFSS ölçeğinin yalnızca ev ve toplum içi transfer ve yürümeyi temel alması ile daha genel değerlendirme yapması, PFBÖ’nün ise transfer ve hareket alt başlıklarını niceliksel olarak daha detaylı değerlendirmesine bağlayabiliriz. Literatürde fonksiyonel durumu değerlendirmek amacıyla çok sayıda ölçeğin kullanıldığını gördük. Robotik rehabilitasyonun fonksiyonelliğe etkisini değerlendirirken kullanılacak ölçeklerin kolay uygulanabilir, basamaklı, niceliksel değerlendirmeye olanak sağlayacak şekilde standardize edilmesi ile daha nesnel sonuçlar alınacağını düşünmekteyiz.

ABD Ulusal Sağlık Pediatrik Motor Bozuklukları’nın toplantısında, selektif motor kontrol azalması, 'istemli bir duruş ya da hareket taleplerine yanıt olarak seçilen bir paternde kasların aktivasyonunun izole edilebilirliğinin zayıflaması' olarak tanımlanmış ve SP’li çocuklarda selektif motor kontrolün azaldığı belirtilmiştir (46). Wu ve ark.’nın 2011 yılında SP tanılı çocuk hastalarda portatif bir rehabilitasyon robotu kullanarak yaptığı çalışmada tedavinin etkinliğini araştırmak için, alt ekstremitenin selektif motor kontrolü, SCALE (Selective Control Assessment of the Lower Extremity) skalası kullanılarak değerlendirilmiş; tedavi öncesine göre tedavi sonrası selektif motor kontrolde anlamlı ölçüde düzelme saptanmıştır (151). 2016 yılında Chen ve ark tarafından yapılan benzer bir çalışmada da buna paralel sonuçlar elde edilmiştir (150).

Biz alt ekstremitte robotik rehabilitasyon tedavisinin selektif motor kontrol üzerine etkisini değerlendirmek için Boyd&Graham ve Modifiye Trost skalalarını

kullandık. Tedavi öncesine göre tedavi sonrası selektif motor kontrolde artış görülmesine karşın bulgular istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Alt ekstremitte robotik rehabilitasyon tedavisinin selektif motor kontrol üzerine etkisinin net olarak ortaya konması noktasında, ölçülebilirliği ve duyarlılığı daha iyi olan, kolay uygulanabilir skalalar oluşturulmasının ve daha fazla vakayı kapsayan çalışmalar yapılmasının bizi daha objektif sonuçlara ulaştıracağını düşünmekteyiz.

Spastisite; SP'de fonksiyonel kapasiteyi azaltan, bağımsızlığı kısıtlayan, ikincil kas iskelet sistem problemlerine neden olan önemli sorunlardan biridir. Tedavisi yarar/zarar oranı baz alınarak hastaya özgü olduğundan etkin tedavi arayışı devam etmektedir.

Çalışmamızda konvansiyonel tedaviye ek olarak yapılan alt ekstremitte robotik rehabilitasyon uygulamasının, 10 seans gibi kısa bir tedavi sürecinde dahi, alt ekstremitte bileşik Modifiye Ashworth Skalası spastisite skorunda anlamlı düşme sağladığı ve ayak bileğine plantar fleksiyon yaptıran kas gruplarında spastisiteyi anlamlı olarak azalttığı gösterilmiştir (sırasıyla  $p<0,001$ ,  $p<0,001$ ). Bunlara ek olarak popliteal açı değerleri tedavi öncesine göre tedavi sonrası anlamlı olarak azalmıştır. Bunun nedeni alt ekstremitte robotik rehabilitasyon uygulamasının repetitif, resiprokal ve normale en yakın yürüyüş süreci oluşturarak ve statik germeden çok tekrarlayıcı hareket ile ilişkili germe egzersizlerinin yapılmasını sağlayarak tonik germe refleksinin hıza bağımlı artışı olan spastisiteyi azaltması olabilir. Tekrarlayıcı hareket ile ilişkili germe egzersizleri vasıtasıyla diz fleksör kaslarının kas uzunluğunun normale yaklaşması da bu duruma katkı sağlamış olabilir.

Perret ve ark.'nın kronik hemiplejik hastalarda robotik rehabilitasyonun lökomotor aktivite üzerine etkisini değerlendirdiği çalışmada 7 kronik hemipleji vakası tedaviye alınmış. Tedavi sonrası alt ekstremitte bileşik Ashworth spastisite skorunda anlamlı düşme olduğu görülmüştür. (148). Mirbagheri ve ark. spinal kord yaralanmalı hastalarla yaptığı çalışmada günde 1 saat olmak üzere haftada 3 gün, 4 haftalık robotik eğitimle ayak bileği spastisitesinde azalma, kas gücünde artış saptamışlardır (147). Stampacchia ve ark.'nın yaptığı çalışmada 21 spinal kord yaralanmalı hasta robot yardımlı yürüme eğitimine alınmış, spastisite Modifiye Ashworth Skalası ve Penn skalası ile değerlendirilmiş; tedavi sonrası kas spastisitesi ve ağırlı yoğunluğunda belirgin düşüş gözlenmiştir (149).

SP alanındaki çalışmalara bakıldığında; Wu ve ark. portatif bir rehabilitasyon robotu kullanarak motive edici oyunlar ile kombine pasif germe ve aktif hareket eğitiminin etkinliğini araştırmak için 12 SP'li çocuğu, haftada 3 gün 6 hafta boyunca robotik rehabilitasyona almış. Her oturum 20 dakikalık pasif germe ve ardından 30 dakikalık aktif hareket eğitimi ve 10 dakika pasif gerdirme ile tamamlanarak Modifiye Ashworth skalası ve biyomekanik ölçümlerle spastisite değerlendirilmiş ve ayak bileği dorsifleksör ve plantar fleksör kaslarındaki spastisitenin anlamlı derecede azaldığını saptamışlardır (151). Fasoli ve ark. yaptığı çalışmada 12 SP tanılı çocuk hasta haftada üç kez 1 saatlik seanslar ile 6 hafta boyunca üst ekstremitte robotik rehabilitasyon tedavi programına alınmış ve çalışmanın sonucunda spastisitenin anlamlı düzeyde azaldığı ve fonksiyonel kapasitenin belirgin şekilde arttığı görülmüştür (153). Bir diğer çalışmada ise 12 SP tanılı çocuk, hasta üst ekstremitteye yönelik InMotion2 robotu ile haftada iki kez 8 hafta boyunca 1 saatlik robotik terapiseanslarına katılmış; tedavi sonrası bu hasta grubunda da spastisitede belirgin azalma gözlenmiştir (154). Schmartz ve ark.'nın yaptığı çalışmada spastik SP tanılı 10 hasta tek seanslık alt ekstremitte robotik rehabilitasyon programına alınarak kas tonusu tedavi öncesi-sonrası cihazın özelliklerinden biri olan L-STIFF ile ölçülmüş; tedavi öncesine göre tedavi sonrası kas tonusunda belirgin azalma olduğu belirtilmiştir (155).

İncelenen çalışmalarda yalnızca robotik rehabilitasyon tedavisi uygulanmış olup bizim çalışmamızda mevcut çalışmalardan farklı olarak konvansiyonel tedaviyle birlikte alt ekstremitte robotik rehabilitasyon tedavisi kombinasyonu uygulanmıştır. Konvansiyonel fizik tedavi programında kullanılan yöntemlerin spastisite üzerine etkisi kanıta dayalı tıp bağlamında belirsizdir. Pasif eklem hareket açıklığı egzersizlerinin, dayanıklılığı artırıcı egzersiz programlarının, pasif germe egzersizlerinin spastisite ve kontraktürü azalttığı yönünde düşük düzeyde kanıtlar mevcuttur (156-159). Bu bilgiler ışığında konvansiyonel fizik tedavi programına eklenen alt ekstremitte robotik rehabilitasyon uygulamasının spastisite tedavisine yeni bir bakış açısı getireceğini düşünmekteyiz.

Spastisitenin değerlendirilmesinde H-refleksi en sık kullanılan elektrofizyolojik yöntemdir. H-refleksinin farklı parametreleri alfa motor nöron havuzunun eksitabilitesini göstermektedir (96). 1963 yılında Hoffman ve Angel tarafından spastik hastalarda H refleksi amplitüdünde artma olduğu gösterilmiştir.

Hoffman ve Angel H-refleks amplitüdünü, bileşik kas aksiyon potansiyeline bölerek H/M oranı elde etmişler ve bu oranın alfa motor eksitabilite oranını yansıttığı görüşünü bildirmişlerdir (160). H refleksi amplitüdü artışı uyarılabilirliğin bir göstergesidir. Spastik taraftaki H refleksi amplitüdü, etkilenmiş tarafta, sağlıklı insanlarla veya sağlıklı diğer ekstremitelere göre daha büyüktür (92). Shemesh ve arkadaşları ile Little ve Halar spinal kord yaralanmalı hastalarda yaptıkları çalışmalarda H/M oranının sağlıklı kişilere göre anlamlı olarak arttığını göstermişlerdir (161, 162). Shemesh ve arkadaşları aynı zamanda H/M oranının klinik spastikte ile korele olmadığını belirtmişlerdir. Nielsen ve arkadaşları ve Morita ve arkadaşları Multipl Skleroz (MS) hastaları ile sağlıklı insanları karşılaştırdıkları çalışmalarda H/M oranının hastalarda yüksek olduğu, ancak MAS ile korele olmadığını göstermişlerdir (163,164). Pisano ve arkadaşları 53 inme hastasının dirsek fleksör spastisitesini değerlendirdiği çalışmada diğer çalışmalarda olduğu gibi H/M ile MAS arasında korelasyon olmadığını göstermişlerdir (165).

Spastisitesi olan hastalarda H-refleksinin latansında kısalma görülmekle beraber değerler normale yakındır. Yapılan bir çalışmada H latansı ile MAS arasında korelasyon saptanmamıştır (96).

Çalışmamızda Hoffman (H) refleksi amplitüdü, latansı, H/M oranında alt ekstremitte robotik rehabilitasyon tedavisi öncesine göre tedavi sonrasında anlamlı değişiklik saptanmamıştır. Modifiye Ashworth Skalası'nı kullanarak elde ettiğimiz sonuçlarla örtüşmeyen bu durum,bizi Modifiye Ashworth Skalası ve H refleksi parametreleri arasında bir korelasyon olmadığı sonucuna ulaştırmıştır.

Çalışmamızda alt ekstremitte robotik rehabilitasyon tedavisi sonrası ortopedik girişim yapılmamış hastalarda H refleksi amplitüd, latans ve H/M oranı farkı, ortopedik girişim yapılmış hasta grubuna göre anlamlı düzelme göstermiştir. Botulinum toksin uygulanan ve uygulanmayan hasta grupları arasında H refleksi parametreleri farkı açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır. Botulinum toksin uygulama sayısına göre baktığımızda ise botulinum toksin uygulanmayan, bir kez uygulanan ve birden fazla uygulanan hasta grupları arasında H parametreleri farkı açısından anlamlı fark tespit edilememiştir.

Serebral palside primer lezyonun serebral kaynaklı olduğu, spastisitenin ise serebral lezyonun sonucu olarak periferik organlarda gözlendiği bilinen bir gerçektir.

Dolayısıyla çıkan sonuçlara göre periferik organlara uygulanan ortopedik ameliyatlar gibi kalıcı girişimler serebral lezyonun periferik tablosunun daha gürültülü oluşmasına neden olmuş olabilir. Botulinum toksin uygulanan ve uygulanmayan hasta gruplarında H parametreleri farkında anlamlı fark çıkmamasının nedeni ise bu girişimsel yöntemin periferik bir uygulama yöntemi olmasına rağmen kas yapısına, kas içiğine, tendonlara dolayısı ile yürümenin ana komponentlerini içeren kinezyolojik yapıya kalıcı bir hasar vermemesi ile uyumlu olduğu düşünülebilir. Ancak tüm bu yorumları desteklemek için daha uzun soluklu, daha fazla sayıda hastayı içeren çalışmalara ihtiyaç vardır.

Sonuç olarak; elde ettiğimiz bulgular ışığında SP’de konvansiyonel fizik tedavi ve rehabilitasyon tedavisine ek olarak uygulanan alt ekstremité robotik rehabilitasyon tedavisinin, hastaların fonksiyonel kapasitesini, bağımsızlık düzeyini artırdığını, spastisiteyi azalttığını böylece günlük yaşamda bağımsızlık açısından hastaya kısa sürede katkı sağladığını söyleyebiliriz. Yan etkisi olmayan, hastaların çevreleri ile etkileşimini artıran, kısa zaman zarfında anlamlı iyileşmeler sağlayan bu kombine tedavinin yaygınlaşmasının, serebral palsi rehabilitasyonuna gelecekte önemli katkılar sağlayacağını düşünmekteyiz.

## 6. SONUÇLAR

Serebral palsi tanılı çocuk hastalarda konvansiyonel fizik tedaviye ek olarak uygulanan alt ekstremitte robotik rehabilitasyon tedavisinin fonksiyonel kapasite ve spastisite üzerine etkisini araştırdığımız çalışmanın sonuçlarını şöyle özetleyebiliriz:

1. Çalışma kapsamında değerlendirdiğimiz SP tanılı çocuk hastaların rehabilitasyon seviyesi ve fonksiyonel durumu, tedavi öncesine göre tedavi sonrası Kaba Motor Fonksiyonel Sınıflandırma Sistemi'ne göre anlamlı değişiklik göstermezken (sırasıyla  $p=0,172$ ,  $p=0,317$ ); fonksiyonel bağımsızlık düzeyi Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği'ne göre tedavi sonrasında istatistiksel olarak anlamlı düzelme gösterdi ( $p<0,01$ ).
2. Değerlendirilen SP tanılı olgularda selektif motor kontrol tedavi öncesi ve tedavi sonrası Boyd&Graham Skalası ve Modifiye Trost Skalası ile değerlendirildi; tedavi sonrası selektif motor kontrolde artış görülen olgular olmasına rağmen bu artış istatistiksel olarak anlamlı düzeyde değildi ( $p>0,05$ ).
3. Çalışma kapsamında incelenen hastaların tedavi öncesine göre tedavi sonrası ayak bileği plantar fleksör kaslarına ait Modifiye Ashworth Skalası skoru ile alt ekstremitte bileşik Modifiye Ashworth Skalası skoru anlamlı olarak düşerken ( $p<0,05$ ); kalça fleksörleri, kalça adduktorleri, diz fleksör ve ekstansörleri ile ayak bileği dorsifleksörlerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ).
4. Çalışmaya dahil edilen hastaların tedavi sonrası %3,3'ünde Thomas testine göre kontraktüründe düzelme olurken %20,0'sinde düzelme olmadı. Duncan-Ely testine göre hastaların %13,3'ünün kontraktüründe düzelme olurken %46,7'sinde olmadı. Hastaların %13,3'ünün Posterior Kapsüller Gerginlik testine göre kontraktüründe düzelme olurken %33,3'ünde olmadı. Gracilis testine göre bakıldığında hastaların %10,0'ının kontraktüründe düzelme olurken %13,3'ünde olmadı. Phelps-Gracilis testine göre ise hastaların %6,7'sinin kontraktüründe düzelme olurken %16,7'sinde olmadı. Son olarak Silverskiöld testine göre hastaların %20,0'ının kontraktüründe düzelme olurken %60,0'ında olmadı.

5. Olguların tedavi öncesine göre tedavi sonrasında R1 ve R2 popliteal açılarındaki değişim istatistiksel olarak anlamlıydı (sırasıyla  $p=0,007$ ,  $p=0,002$ ). Hastaların tedavi sonrası R1 ve R2 popliteal açıları tedavi öncesine göre anlamlı olarak azaldı.
6. Klinik parametrelerde spastisitede anlamlı düzeyde düzelme saptanmasına rağmen; incelenen hastalarda tedavi öncesine göre tedavi sonrası H refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ).
7. Çalışmaya dahil edilen 30 hastadan daha önce ortopedik girişim yapılan ve yapılmayanlar arasında hem tedavi öncesindeki hem de tedavi sonrasındaki R1 ve R2 popliteal açıları, H refleksi latansı, H refleksi amplitüdü, H/M oranı ve PFBÖ skoru açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p>0,05$ ).
8. Ortopedik girişim yapılan ve yapılmayan hastalar arasında H/M oranı farkı ile H amplitüd ve latans farkı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (sırasıyla  $p=0,017$ ,  $p=0,034$ ,  $p=0,019$ ). Ortopedik girişim yapılan hastalarda tedavi sonrası H/M oranı ve H amplitüdü ortopedik girişim yapılmayanlardan anlamlı olarak daha fazla artarken, H latansı anlamlı olarak daha fazla azalmıştı.
9. İncelenen hastalardan botulinum toksini uygulanan ve uygulanmayanlar arasında hem tedavi öncesinde hem de sonrasında R1 ve R2 popliteal açıları, H refleksi amplitüdü, H refleksi latansı, H/M oranı ve PFBÖ skoru açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p>0,05$ ).
10. Çalışma kapsamında incelenen hastalardan botulinum toksini uygulanmayanlarla, bir kez ve birden çok kez uygulananlar arasında hem tedavi öncesi hem de tedavi sonrası R1 ve R2 popliteal açıları, H refleksi amplitüdü, H refleksi latansı, H/M oranı ve PFBÖ skoru açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p>0,05$ ).
11. Botulinum toksini uygulanmayanlarla, bir kez ve birden çok kez uygulanan gruplar arasında R1 ve R2 popliteal açı farkları, H refleksi amplitüd farkı, H refleksi latans farkı, H/M oranı farkı ve PFBÖ skoru farkı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p>0,05$ ).

Sonuç olarak; SP tanılı hastalarda konvansiyonel fizik tedaviyle birlikte uygulanan alt ekstremite robotik rehabilitasyon tedavisi, hastaların fonksiyon kapasitesini artıran, spastisiteyi azaltan etkin bir tedavi metodudur.



## ÖZET

**Amaç:** Araştırmanın amacı SP tanılı hastalarda konvansiyonel fizik tedaviye ek olarak uygulanan alt ekstremitte robotik rehabilitasyon tedavisinin spastisite ve fonksiyonel durum üzerine etkisini araştırmaktır.

**Materyal ve Metod:** Araştırmaya T.C. Sağlık Bakanlığı Ankara Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Eğitim ve Araştırma Hastanesi Pediatrik Rehabilitasyon Ünitesi'nde, Şubat 2016-Mayıs 2016 tarihleri arasında yatarak rehabilitasyon programına alınan, pediatrik nörolog tarafından serebral palsi tanısı konulmuş 30 hasta alındı. Çalışmaya 3-16 yaş arası, femur uzunluğu >25 cm olan, son 1 ay içerisinde alt ekstremitte kaslarına botulinum toksin enjeksiyonu uygulanmamış, son 1 ay içerisinde alt ekstremitte ortopedik operasyon yapılmamış olan, ciddi sistemik hastalık öyküsü olmayan, alt ekstremitelerde kırık öyküsü olmayan, alt ekstremitelerde cilt lezyonu ve aktif cilt enfeksiyonu olmayan, alt ekstremitelerde ciddi kontraktürü olmayan, kooperasyon kurulabilen SP tanılı çocuklar dahil edildi. Çalışmaya dahil olan tüm hastalar konvansiyonel fiziksel tıp ve rehabilitasyon tedavisi ve bu programa ek olarak her bir seans 45 dakika olmak üzere RoboGait eksoskeleton egzersiz robotunda 10 seanstan oluşan alt ekstremitte robotik rehabilitasyon tedavi programına alındı. Hastaların tedavi öncesi ayrıntılı olarak hastalık ilişkili anamnezleri alınıp, ayrıntılı kas iskelet sistemi ve nörolojik sistem muayenesi yapıldı. Hastaların tedavi öncesi ve sonrası spastisitesi Modifiye Ashworth Skalası ile, fonksiyonel durumu tedavi öncesi ve sonrası Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (PFBÖ) ve Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi ölçeği (KMFSS) ile, selektif motor kontrol seviyesi Boyd & Graham Skalası ve Modifiye Trost Skalası ile değerlendirildi. Bunlara ek olarak hastalarda tedavi öncesi ve sonrası EMG ile Hoffman refleksi (latans, amplitüd, H/M oranı) değerlendirildi.

**Bulgular:** İncelenen 30 hastanın yaş ortalaması  $8,62 \pm 3,83$  (min:3-maks:15) yıl olup 15'i (%50) kız, 15'i (%50) erkekti. Hastaların tanı yaşı ortalaması  $1,55 \pm 0,78$  (min:0-maks:3) yıldır. Etiyolojide %29,9'unda multifaktöriyel, %26,6'sında preterm eylem, %16,7'sinde asfiksi, %6,7'sinde kernikterus, %6,7'sinde konvulziyon, %6,7'sinde mekonyum aspirasyonu ve %6,7'sinde serebral lezyon tespit edildi. Hastaların %46,7'si spastik bilateral hemiplejik tipte, %30,0'u spastik diplegik tipte, %20,0'si spastik hemiplejik tipte ve %3,3'ü mikst tipte idi. Hastaların boy uzunluğu ortalaması  $125,03 \pm 19,51$  (min:89-maks:165) cm, vücut ağırlığı ortalaması

26,29±10,77 (min:11,3-maks:50,0) kg,VKİ ortalaması 16,09±2,49 (min:12,3-maks:20,8) kg/m<sup>2</sup>'ydi. İncelenen hastaların %46,7'sine herhangi bir ortopedik girişim yapılmazken %20,0'ına bir kez, %33,3'üne ise birden çok kez ortopedik girişim yapılmıştı. %33,3'üne daha önce hiç botulinum toksini uygulanmamışken, %33,3'üne bir kez, %33,3'üne ise birden çok kez botulinum toksini uygulanmıştı. Hastaların fonksiyonel durumu, tedavi öncesine göre tedavi sonrası KMFSS'ye göre anlamlı değişiklik göstermezken ( $p>0,05$ ); PFBÖ'ye göre istatistiksel olarak anlamlı düzelme gösterdi ( $p<0,01$ ). Tedavi sonrası selektif motor kontrolde düzelme istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Hastaların tedavi öncesine göre tedavi sonrası ayak bileği plantar fleksör kaslarına ait MAS skoru ile alt ekstremitte bileşik MAS skoru anlamlı olarak düşerken ( $p<0,05$ ), kalça fleksörleri, kalça adduktörleri, diz fleksör ve ekstansörleri ile ayak bileği dorsifleksörlerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Olguların tedavi öncesine göre tedavi sonrasında R1 ve R2 popliteal açılarında istatistiksel olarak anlamlı düzeyde azalma görüldü (sırasıyla  $p=0,007$ ,  $p=0,002$ ). İncelenen hastalarda tedavi öncesine göre tedavi sonrası H refleksi latansı ve amplitüdü ile H/M oranındaki değişim istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). Ortopedik girişim yapılan ve yapılmayanlar arasında hem tedavi öncesindeki hem de tedavi sonrasındaki R1 ve R2 popliteal açıları, H refleksi latansı, H refleksi amplitüdü, H/M oranı ve PFBÖ skoru açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p>0,05$ ). Ortopedik girişim yapılan ve yapılmayan hastalar arasında H/M oranı farkı, H amplitüd ve latans farkı açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (sırasıyla  $p=0,017$ ,  $p=0,034$ ,  $p=0,019$ ). İncelenen hastalardan botulinum toksini uygulanan ve uygulanmayanlar arasında hem tedavi öncesinde hem de sonrasında R1 ve R2 popliteal açıları, H refleksi amplitüdü, H refleksi latansı, H/M oranı ve PFBÖ skoru açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ( $p>0,05$ ).

**Sonuç:** Çalışmamızın sonuçları SP'li çocuklarda konvansiyonel tedaviye ek olarak uygulanan alt ekstremitte robotik rehabilitasyon tedavisinin, alt ekstremitelerde spastisiteyi azalttığını ve çocuğun fonksiyonel kapasitesini artırdığını göstermiştir. Sonuç olarak; alt ekstremitte robotik rehabilitasyon uygulamasının etkin bir tedavi modalitesi olduğunu ve uygun hastalarda uygulanan rehabilitasyon programına eklenmesi gerektiğini düşünmekteyiz.

**Anahtar Kelimeler:** Serebral palsi; Rehabilitasyon; Robotik; Spastisite; Fonksiyonel; H refleksi

## SUMMARY

**Objective:** To investigate the effect of lower extremity robotic rehabilitation therapy (LERRT) in addition to conventional physical therapy on spasticity and functional status in patients with CP.

**Materials and Methods:** We studied on 30 patients with cerebral palsy diagnosed by the pediatric neurologist who were admitted to the inpatient rehabilitation program between February 2016 and May 2016 at the T.C. Ankara Physical Therapy and Rehabilitation Training and Research Hospital Pediatric Rehabilitation Unit. The subjects were 3-16 years of age with femur length > 25 cm, no botulinum toxin injection to the lower extremity muscles in the last 1 month, no orthopedic operation in the lower extremity in the last 1 month, no severe systemic disease on the lower extremity, with no skin lesions in the limbs, active skin infections or severe contracture in the lower extremities. All patients included in the study were subjected to conventional physical medicine and rehabilitation therapy and in addition to this program, a 45-minute session of robotic rehabilitation therapy was performed on the lower extremity consisting of 10 seans in the RoboGait exoskeleton exercise robot. Patients had detailed disease-related anamnesis before treatment, detailed musculoskeletal and neurological examination. Before and after treatment, spasticity was assessed with Modifiye Ashworth Scale, functional status was assessed with Pediatric Functional Independence Measure (WeeFIM) and Gross Motor Function Classification System Scale (GMFCS), The selective motor control level was assessed using the Boyd & Graham Scale and the Modified Trost Scale. In addition, EMG and Hoffman reflexes (latency, amplitude, H / M ratio) were evaluated before and after treatment in patients.

**Results:** The mean age of the 30 patients examined was  $8,62 \pm 3,83$  (min: 3-max: 15) years and 15 (50%) were female and 15 (50%) were male. Mean age of diagnosis of the patients was  $1,55 \pm 0,78$  (min: 0-max: 3) years. The etiology was multifactorial in 29.9%, prematurity in 26.6%, asphyxia in 16.7%, kernicterus in 6.7%, convulsions in 6.7%, meconium aspiration in 6.7% and 6.7% had cerebral lesions. 46.7% of the patients were spastic bilateral hemiplegic type, 30.0% were spastic diplegic type, 20.0% were spastic hemiplegic type and 3,3% were mixed type. The average height of the patients was  $125,03 \pm 19,51$  (min: 89-max: 165) cm, body weight average was  $26,29 \pm 10,77$  (min: 11,3-max: 50,0) and body mass index (BMI) average

was  $16,09 \pm 2.49$  (min: 12.3-max: 20.8) kg / m<sup>2</sup>. Of the patients examined, 46.7% did not have any orthopedic intervention, 20.0% performed once, and 33.3% had multiple orthopedic interventions. 33,3% had never been treated with botulinum toxin, 33,3% once and 33,3% had botulinum toxin more than once. According to GMFCS, the functional status of the patients did not show any significant change after LERRT compared to pre-LERRT ( $p > 0,05$ ); there was statistically significant improvement according to WeeFIM ( $p < 0,01$ ). The improvement in selective motor control after treatment was not statistically significant ( $p > 0,05$ ). The MAS score of ankle plantar flexor muscles and the lower extremity composite MAS score decreased significantly after treatment ( $p < 0,05$ ) ( $p < 0,05$ ), while the changes in hip flexors, hip adductors, knee flexors and extensors and ankle dorsiflexors were not statistically significant ( $p > 0,05$ ). There was a statistically significant decrease in the popliteal angles of R1 and R2 after treatment ( $p = 0.007$ ,  $p = 0.002$ , respectively). There was no statistically significant difference in H reflex latency and amplitude and H / M ratio after the treatment according to the treatment before the treatment ( $p > 0,05$ ). There was no statistically significant difference between the patients with and without orthopedic intervention in terms of the popliteal angles of R1 and R2, H reflex latency, H reflex amplitude, H / M ratio and WeeFIM scores before and after treatment ( $p > 0,05$ ). There was a statistically significant difference between H / M ratio, H amplitude and latency difference between the patients with or without orthopedic intervention ( $p = 0,017$ ,  $p = 0,034$ ,  $p = 0,019$ , respectively). There was no statistically significant difference between the patients treated with and without botulinum toxin before and after treatment with respect to popliteal angles R1 and R2, H reflex amplitude, H reflex latency, H / M ratio and WeeFIM scores ( $p > 0,05$ )

**Conclusion:** Our study results show that lower extremity robotic rehabilitation therapy in addition to conventional treatment in children with CP reduces spasticity in the lower limbs and increases the functional capacity of the child. As a result; we think that lower extremity robotic rehabilitation is an effective treatment modality and should be added to the rehabilitation program applied in appropriate patients.

**Keywords:** Cerebral palsy; Rehabilitation; Robotics; Spasticity; Functional; H reflex

## KAYNAKÇA

1. Bax MCO, Flodmark O, Tydeman C. Definition and classification of cerebral palsy. From syndrome toward disease. Dev Med Child Neurol Suppl 2007; 109: 39–41.
2. Aisen ML, Kerkovich D, Mast J, Mulroy S, Cerebral palsy: Clinical care and neurological rehabilitation. Lancet Neurol 2011; 10: 844–52
3. Bax MCO. Terminology and classification of cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 1964; 6:295–307.
4. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Bax M. A report: The definition and classification of cerebral palsy April 2006. Dev Med Child Neurol 2007; 49(109):8-14.
5. Dursun N, Sade I. Serebral Palsi Rehabilitasyonu. In: Oğuz H, Çakırbay H, Yanık B. editors. Tıbbi Rehabilitasyon. 3rd ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri; 2015;819-36.
6. Cans C. Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. Developmental Medicine&Child Neurology 2000;42(12):816-824.
7. Oskoui M, Coutinho F, Dykeman J, Jetté N, Pringsheim T. (2013). An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. Dev Med Child Neurol, 2013;55(6), 509-519.
8. Serdaroglu A, Cansu A, Tezcan S. (2006). Prevalence of cerebral palsy in Turkish children between the ages of 2 and 16 years. Dev Med Child Neurol 2006; 48(6), 413-416.
9. Tüzün H, Eker L. Serebral Paralizi ve Koruyucu hekimlik. STED, 2001; 10(8):294-297.
10. Nelson, KB. Can we prevent cerebral palsy?. N Engl J Med 2003; 349:1765-9.
11. Yalçın S, Özaras N, Dormans J. Serebral Palsi Tedavi ve Rehabilitasyon; Mas Matbaacılık; 2000; 13-31, 51-56.

12. Yüksel A. Serebral Palsi Etiyolojisi, Tanı ve Ayırıcı tanı. Türkiye Klinikleri J PM&R Special Topics 2009;2(2):8-12.
13. Strijbis EM, Oudman I, Van Essen P, MacLennan AH. Cerebral palsy and the application of the international criteria for acute intrapartum hypoxia. Obstet Gynecol 2006; 107:1357-65.
14. Matthews DJ, Wilson P. Cerebral Palsy. In: Molnar GE, Alexander MA, editors. Pediatric Rehabilitation, 3rd ed. Philadelphia: Hanley and Belfus Inc; 1999; 193-219.
15. Mukherjee S, Gaebler-Spira DJ. Cerebral palsy. In: Braddom RL (Ed). Physical Medicine & Rehabilitation. Elsevier Inc, China; 2007; pp.1243-67.
16. Berker N, Yalçın S. The help guide to cerebral palsy, Global Help Publication, Mart Printing Co .Ltd, İstanbul, 2005; 5- 88
17. Koman LA, Smith BP, Shilt JS. Cerebral Palsy. Lancet 2004;363: 1619-1631.
18. Boucher MD, Desjardins C, Fortier J, Koclas L, Lamarre C, Malouin F, Mathieu J, Munz D, Pigeon N, Richards CL. Population-based study of neuroimaging findings in children with cerebral palsy. Eur J Paediatr Neurol. 2011; 15(1):29-35.
19. Shevell MI, Manjemer A, Mortin I: Etiologic yield of cerebral palsy: a contemporary case series. Pediatr Neurol. 2003 May;28(5) 352-9.
20. Christine C, Dolk H, Platt MJ, Colver A, Prasauskiene A, Krägeloh-Mann I. SCPE Collaborative Group. Recommendations from the SCPE collaborative group for defining and classifying cerebral palsy. Dev Med Child Neurol 2007; 109:358.
21. Pellegrino L, Dormans JP, Making the diagnosis of Cerebral Palsy. In: Dormans JP, Pellegrino L (Eds). Caring for Children with Cerebral Palsy. Paul H. Brookes Publishing Co. Baltimore, USA, 1998; 31-55.
22. Şimşek İ. Serebral Palsi. Beyazova M, Gökçe KY (Editörler). In. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. Ankara: Güneş Kitabevi; 2000; 2395-431.

23. Apak S, Korkmazlar Ü. Gelişimsel tanı testleri. In: Apak S (ed). Gelişim Nörolojisi. Bayrak Matbaacılık, İstanbul, 1999; 219-65.
24. Ashwal S, Russman BS, Blasco PA. American Neurology and the Practice Committee of the Child Neurology Society, 2004
25. Krägeloh-Mann I, Helber A, Mader I, Staudt M, Wolff M, Groenendall F, De Vries. Bilateral lesions of thalamus and basal ganglia: origin and outcome. Dev Med Child Neurol 2002;44:477-84.
26. Blackman JA. Early Intervention: A global perspective. Inf Young Children 2002; 15(2):11-9.
27. Özcan O, Arpacıoğlu O, Turan B. Nörorehabilitasyon; Güneş Nobel Tıp Kitabevleri; 2000; 137-48.
28. Diamond M, Armento M. Disabled Children. In: DeLisa JA, Gans BM, Walsh NE (Eds). Physical Medicine and Rehabilitation: Principles and Practice, Lippincott Williams-Wilkins, 2007 (Tur BS. Özürlü Çocuklar. İn Arasıl T(Ed): Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon Çeviri, Ankara, Güneş Tıp Kitabevleri 2007:1493- 518
29. Odding E, Roebroek ME, Stam HJ; The Epidemiology Of Cerebral Palsy: Incidence, Impairments And Risk Factors. Disabil Rehabil. 2006;28:183- 91.
30. Erkin G, Kacar S, Özel S. Serebral Palsili Hastalarda Gastrointestinal Sistem Problemleri. Türk Fiz Tıp Rehab Derg 2005;51(4):150-155.
31. Chong SK. Gastrointestinal problems in the handicapped child. Curr Opin Pediatr 2001;13(5):441-6.
32. Pellegrino L, Dormans JP, Well-child care and health maintenance. In: Dormans JP, Pellegrino L (Eds). Caring for Children with Cerebral Palsy. Paul H. Brookes Publishing Co. Baltimore, USA, 1998; 71-95.
33. Reid SM, Modak MB, Berkowitz RG, Reddihough DS. A population-based study and systematic review of hearing loss in children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 2011;53(11):1038-45.

34. Fitzgerald DA, Follett J, Van Asperen PP. Assessing and managing lung disease and sleep disordered breathing in children with cerebral palsy. *Paediatr Respir Rev.* 2009;10(1):18-24.
35. Sellier E, Uldall P, Calado E, Sigurdardottir S, Torrioli MG, Platt MJ, Cans Epilepsy and cerebral palsy: characteristics and trends in children born in 1976-1998. *Eur J Paediatr Neurol.* 2012;16(1):48-55.
36. Silva JA, Alvares RA, Barboza AL, Monteiro RT. Lower urinary tractdysfunction in children with cerebral palsy. *Neurourol Urodyn.* 2009;28(8):959-63.
37. Liptak GS. Health And Well Being Of Adults With Cerebral Palsy. *Cur Opin Neurol.* 2008;21:136- 42.
38. Hurvitz EA, Ayyangar RN, Aisen M. Cerebral Palsy: Diagnosis And O'young BJ, Young MA, Stiens SA (eds): *Physical Medicine And Secrets*, Third Edition, Philadelphia, Mosby Elsevier, 2008; 668- 75.
39. Can G. Yenidoğanın değerlendirilmesi. In: Neyzi O, Ertuğrul T (Editörler). *Pediatrici. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 1993; 193-6.*
40. Özmen M. Nörolojik muayene. In: Neyzi O, Ertuğrul T (Editörler). *Pediatrici. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevi; 1993; 653-9.*
41. Sendinç B, Konuralp N, Özgüzeli MH. Serebral palsi tanı ve takibinde nörolojik ve ortopedik değerlendirmenin önemi. *Hipokrat Lokomotor* 2005;6(34):312-7.
42. Sade A, Otman S. Serebral paralizili çocuğun değerlendirilmesi. In: Sade A, Otman S (Editörler). *Serebral paralizde değerlendirme ve tedavi yöntemleri.* Ankara: 1997; 22- 51.
43. Aybay C. Spastisitede yetişkin hastaya yaklaşım: klinik, elektrofizyolojik ve biyomekanik değerlendirme-eğitim. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg.* 2007;53(Özel sayı-1):45-52.
44. Uludağ M, Akarırmak Ü. Klinik Değerlendirme. In: Oğuz H, Çakırbay H, Yanık B. editors. *Tıbbi Rehabilitasyon.* 3rd ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri; 2015; 59-96.

45. Rowley KC, Rose J. Etiology of impaired selective motor control: emerging evidence and its implications for research and treatment in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2014; 56: 522–528.
46. Sanger TD, Chen DF, Delgado MR, et al. Definition and classification of negative motor signs in childhood. *Pediatrics* 2006; 118: 2159–67.
47. Boyd RN, Graham HK. Objective measurement of clinical findings in the use of botulinum toxin type A for the management of children with cerebral palsy. *Eur J Neurol* 1999; 6: 23–35.
48. Trost J. Physical assessment and observational gait analysis. In: Gage JR. Editor, *The treatment of gait problems in cerebral palsy*. Mac Keith Press, London: 2004; 71–89.
49. Burridge JH, Wood DE, Hermens HJ, Voerman GE, Johnson GR, van Wijck F, et al. Theoretical and methodological considerations in the measurement of spasticity. *Disabil Rehabil* 2005;27(1-2):69-80.
50. Lin JP: The assessment and management of hypertonus in cerebral palsy: a physiological atlas (road map). In *Management of the Motor Disorders of Children with Cerebral Palsy* (2nd ed.), Scrutton D, Damiano. Dianne, Maystone MLance JW eds. Mac Keith Pres, 2004.
51. Erhan B, Gündüz B. Spastisite. In: Oğuz H, Çakırbay H, Yanık B. editors. *Tıbbi Rehabilitasyon*. 3rd ed. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri; 2015; 565-73.
52. Platz T, Eickhof C, Nuyens G, Vuadens P. Clinical scales for the assessment of spasticity, associated phenomena, and function: a systematic review of the literature. *Disabil Rehabil* 2005;27:7-18.
53. Boyd RN, Ada L. Physiotherapy management of spasticity. In: Barnes M, Johnson G, editors. *Upper motor neurone syndrome and spasticity: Clinical management and neurophysiology*. Cambridge, Cambridge University Press; 2002; 96-121.
54. Amman CM, Kawanami LM, Giratalla MM, Hoetmer RA, Rodriguez VJ, Munro KK, et al. Choosing a Spasticity Outcome Measure: A Review for the Neuromodulation Clinic. *UAHSJ* 2005;2:29-32.

55. Lee KM, Chung CY, Kwon DG, Han HS, Choi IH, Park MS. Reliability of physical examination in the measurement of hip flexion contracture and correlation with gait parameters in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg Am.* 2011 Jan 19;93(2):150-8.
56. Berweck S, Heinen F. Blue Book Botulinum toxin, Treatment Of Cerebral Palsy With Botulinum Toxin Principles, Clinical Practice, Atlas, Child And Brain GMBH, Bonn, 1.Gözden Geçirilmiş İngilizce Baskı, 2003; 57-82.
57. Dormans JP, Copley LA. Musculoskeletal impairments. In: Dormans JP, Pellegrino L (Eds.). *Caring for Children with cerebral palsy.* 3rd ed. Baltimore: Paul H. Brookes Publishing Co; 1998; 125-41.
58. Akalan NE, Temelli Y, Kuchimov S. Effects of femoral anteversion on gait in children with cerebral palsy. *Türk Fiz Tıp rehab Derg* 2009;55:135-40.
59. Scrutton D, Baird G, Smeeton N. Hip dysplasia in bilateral cerebral palsy: incidence and natural history in children aged 18 months to 5 years. *Dev Med Child Neurol.* 2001;43:586-600.
60. Mackey A, Lobb GL, Walt SE, Stott NS. Reliability and validity of observational gait scale in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2003;45:4-11.
61. Duruöz MT, Cerrahoğlu L. Yürüme analizi. *Aktüel Tıp Dergisi* 2002;7(2):39-43.
62. Rose J, Wolff DR, Jones VK, Bloch DA, Oehlert JW, Gamble JG. Postural balance in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2002;44:58-63.
63. Rodda J, Graham HK. Classification of gait patterns in spastic hemiplegia and spastic diplegia: a basis for a management algorithm. *Eur J Neurol.* 2001;8 Suppl 5:98-108.
64. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, et al.; Development And Reliability Of A system To Classify Gross Motor Function In Children With Cerebral Palsy.; *Dev Med Child Neurol*;1997; 39; 214-23.

65. Palisano RJ, Hanna SE, Rosenbaum PL, et al.; Validation Of A Model Of Gross Motor Function For Children With Cerebral Palsy. *Physical Therapy*; 2000;80:974–85.
66. Palisano RJ, Rosenbaum P, Bartlett D, Livingston MH; Content Validity Of The Expanded And Revised Gross Motor Function Classification System. *Dev Med Child Neurol*. 2008; 50: 744- 50.
67. McDowell B. The Gross Motor Function Classification System-expanded and revised. *Dev Med Child Neurol*. 2008; 50: 725.
68. Erkin G, Aybay C. Pediatrik rehabilitasyonda kullanılan fonksiyonel değerlendirme metodları. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2001;47(3):16-26.
69. Morris C, Bartlett D. Gross motor function classification system: impact and utility. *Dev Med Child Neurol* 2004;60-5.
70. Beckung E, Carlsson G, Carlsdotter S, Uverbrant P. Natural history of gross motor development in children with cerebral palsy aged 1 to 15 years. *Dev Med Child Neurol* 2007;49:751-6.
71. Russel DJ, Rosenbaum PL, Avery LM, Lane M. Development and validation of the GMFM-88. In: Russel DJ, Rosenbaum PL, Avery LM, Lane M (Eds.). *Gross Motor Function Measure (GMFM-66&GMFM-88) User's Manual*. Hamilton, Ontario; Cambridge University Press 2002; 10-25.
72. Harvey A, Graham HK, Morris ME, Baker R, Wolfe R. The Functional Mobility Scale: ability to detect change following single event multilevel surgery. *Dev Med Child Neurol*. 2007 Aug;49(8):603-7.
73. Eliasson AC, Krumlinde SL, Rösblad B, et al. The Manual Ability Classification System (MACS) For Children With Cerebral Palsy: Scale Development And Evidence Of Validity And Reliability. *Dev Med Child Neurol*. 2006; 48: 549-54.
74. Beckung E, Hagberg G. Neuroimpairments, activity limitations and participation restrictions in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2002;44:309-16.

75. Azaula M, Msall ME, Buck G, Tremont MR, Wilczenski F, Rogers BT. Measuring functional status and family support in older school-aged children with cerebral palsy: comparison of three instruments. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:307-11.
76. Aybay C, Erkin G, Elhan AH, Sirzai H, Ozel S. ADL assessment of nondisabled Turkish children with the WeeFIM instrument. *Am J Phys Med Rehabil* 2007;86(3):176-82.
77. Kıtay Y: Serebral Palsi Hastalarının Fonksiyonel Durumuna Etki Eden Faktörlerin İrdelenmesi; Edirne Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizik Tedavi Ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi; 2010.
78. Uniform Data System for Medical Rehabilitation. 1998, 2000. The WeeFIM Clinical System Guide, Version 5.01. Buffalo: UDSMR.
79. Tur B, Kucukdeveci A, Kutlay S, Yavuzer G, Elhan AH, Alan T. Psychometric properties of the WeeFIM in children with cerebral palsy in Turkey. *Dev Med Child Neurol*. 2009; 51:732–738.
80. Lance JW. Symposium synopsis. In Feldman RG, Young RR, Koella WP (eds): *Spasticity: Disorder Motor Control*. Chicago, Mosby-Year Book Medical Publishers, 1980; 17-24.
81. Burridge JH, Wood DE, Hermens HJ, Voerman GE, Johnson GR, van Wijck F, et al. Theoretical and methodological considerations in the measurement of spasticity. *Disabil Rehabil*, 2005; 27(1-2):69-80.
82. Harrington AL, Bockenek WL. Spasticity following spinal cord injury. In Kirshblum S, Campagnolo D (Eds): *Spinal Cord Medicine*. Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins, 2011; 265-81.
83. Ozcan O, S.S, Spastisite. In. *Tıbbi Rehabilitasyon*, D.E. Oğuz H, Dursun N. (editors) İstanbul: Nobel Matbaacılık. 2004; 23-40.
84. Delisa, JA. In *Fiziksel tıp ve rehabilitasyon ilkeler ve uygulamalar*, Delisa JA, Editor. Lippincott Williams & Wilkins. 2007; 1427-1446.
85. Kamiloglu R, B.A, Spastisite. *Romatizma dergisi*, 2002; 17(1):56-62.

86. Ko Ko C, Ward AB. Management of spasticity: Br J Hos Med 1997; 58(8): 400-5.
87. Young, RR. Spasticity: a review. Neurology, 1994; 44(11 Suppl 9):12-20.
88. Skold C, Levi R, Seiger A. Spasticity after traumatic spinal cord injury: nature, severity, and location. Arch Phys Med Rehabil, 1999;80(12):1548-57.
89. Katz RT, Dewald JPA, Schmit BD. Spasticity. In: Braddom RL, editor. Physical Medicine and Rehabilitation. 2nd ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company; 2000;592-615
90. Katz RT, Rovai GP, Brait C, Rymer WZ. Objective quantification of spastic hypertonia-correlation with clinical findings. Arch Phys Med Rehabil 1992;73:339-47.
91. Ertekin C. Klinik Elektromiyografi. İzmir: Ege Üniversitesi Matbaası: 1977.
92. Ertekin C, Refleksoloji ve Geç Yanıtlar. Santral ve Periferik EMG.İstanbul Kitabevi. 2006; 777-847.
93. Nance PW, MJ, Spasticity management third ed. Physical Medicine and Rehabilitation, ed. R. Braddom. 2007: Elsevier 651-666.
94. Preston D.C., Shapiro B.E. Electromyography and Neuromuscular Disorders: Clinical-Electrophysiologic Correlations, Boston: Butterworth-Heinemann. 2005; 47-58.
95. Shin J. Oh, Clinical Electromyography: Nerve Conduction Studies 2003, Lippincott Williams & Wilkins.
96. Voerman, GE, Gregoric M, Hermens HJ, Neurophysiological methods for the assessment of spasticity: the Hoffmann reflex, the tendon reflex, and the stretch reflex. Disabil Rehabil, 2005;27(1-2):33-68.
97. Braddom RL, Johnson EW. Standardization of H reflex and diagnostic use in SI radiculopathy. Arch Phys Med Rehabil, 1974;55(4):61-6.
98. Levin, MF, Hui-Chan C. Are H and stretch reflexes in hemiparesis reproducible and correlated with spasticity? J Neurol. 1993;240(2):63-71.

99. Bodofsky EB, Contraction-induced upper extremity H reflexes: normative values. Arch Phys Med Rehabil, 1999; 80(5):562-5.
100. Jankus WR, Robinson LR, Little JW. Normal limits of side-to-side H-reflex amplitude variability. Arch Phys Med Rehabil. 1994;75(1):3-7.
101. Braddom RL, Johnson EW. H reflex: review and classification with suggested clinical uses. Arch Phys Med Rehabil, 1974;55(9):412-7.
102. A, K, Hemiplejik Hastalarda TENS Uygulamasının Spastisite Üzerindeki Etkilerinin Elektrofizyolojik ve Klinik Olarak Değerlendirilmesi, Uzmanlık Tezi. 2004.
103. Higashi T, Funase K, Kusano K, Tabira T, Harada N, Sakakibara A. Motor neuron pool excitability of hemiplegic patients: assessing recovery stages by using H-reflex and M response. Arch Phys Med Rehabil, 2001;82(11):1604-10.
104. Bradnam L, Rochester L, Vujnovich A. Manual cervical traction reduces alpha-motoneuron excitability in normal subjects. Electromyogr Clin Neurophysiol, 2000;40(5):259-66.
105. L, M, Elektrodiagnoz. Refleks Çalışmalar, ed. A. G. Ankara: Güneş Kitabevi. 2003; 85-105.
106. Baran A. Ş: Hemiplejik olgularda ayak bileği plantar fleksör spastisitesinin değerlendirilmesinde modifiye Asworth skalası, modifiye Tardieu skalası ve elektrofizyolojik ölçümler arasındaki ilişki; Ankara Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Uzmanlık Tezi; 2013.
107. Boyraz, I, Oktay F, Celik C, Akyuz M, Uysal H. Effect of cold application and tizanidine on clonus: clinical and electrophysiological assessment. J Spinal Cord Med, 2009;32(2):132-9.
108. Deniz E, "Cerebral Palsy"de Ayırıcı Tanı Ve Genel Tedavi Yaklaşımları, Özcan H (Ed.) In: Cerebral Palsy, Boyut Yayın Grubu, İstanbul, 1. Baskı, 2005;47- 57.

109. Sarıkaya S. Serebral Palside Rehabilitasyon Yaklaşımları. Türkiye Klinikleri J PM&R-Special Topics 2009;2(2):32-7
110. Bitlis T, Çiçek A, Başkent G, Girgin N. "Cerebral Palsy"de Fizyoterapi Ve Rehabilitasyon; Özcan H (Ed.) İn: Cerebral Palsy, Boyut Yayın Grubu, İstanbul, 1. Baskı, 2005;143- 57.
111. Sever H, Karamehmetoğlu ŞS, Spastisitenin Tedavisi, Türkiye Klinikleri J PM&R-Special Topics 2009;2(2):26-31.
112. Shahani BT, Connarts L, Mohr JP. Electromyographic audio visual feedback training on the motor performance in patients with lesions of the central nervous system. Arch Phys Med Rehabil 1977;58:519.
113. Davidof RA. Antispasticity drugs: mechanism of action. Ann Neurol 1985; 17: 107-16.
114. Deniz E. Serebral Palsi'de Mental Statusa Etki Eden Faktörler; İ.T.F Çocuk Nöroloji Bölümü bitirme tezi; 2001;1-76.
115. Dursun N, Dursun E, Alican D. The role of botulinum toxin A in the management of lower limb spasticity in patients with cerebral palsy. Int J Clin Prac 2002; 56(8):564-67
116. Lazorthes Y, Sol JC, Sallerin B, Verdie JC. The surgical management of spasticity. EJ Neurol 2002; 9(Suppl 1): 35-41.
117. Tüzgen S. Spastisitenin cerrahi tedavisi. Türkiye Klinikleri J PM&R-Special Topics 2009;2(2):48-52.
118. Cao J, Xie SQ, Das R, Zhu GL. Control strategies for effective robot assisted gait rehabilitation: the state of art and future prospects. Med Eng Phys 2014;36:1555-66.
119. Morawietz C, Moffat F. Effects of locomotor training after incomplete spinal cord injury: a systematic review. Arch Phys Med Rehabil 2013;94:2297-308.
120. Schwartz I, Meiner Z. Robotic-Assisted Gait Training in Neurological Patients: Who May Benefit? Ann Biomed Eng 2015 Feb 28.

121. Esclarín-Ruz A, Alcobendas-Maestro M, Casado-Lopez R, Perez-Mateos G, Florido-Sanchez MA, Gonzalez-Valdizan E, et al. A comparison of robotic walking therapy and conventional walking therapy in individuals with upper versus lower motor neuron lesions: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2014;95:1023-31.
122. Demir S. Omurilik Yaralanmalı Hastalarda Robot Yardımlı Yürüme Eğitimi, *Türk Fiz Tıp Rehab Derg* 2015;61(Özel Sayı 1):37-44.
123. Morris C. Definition and classification of cerebral palsy: A historical perspective. *Dev Med Child Neurol* 2007;49(109):3-7.
124. Papavasiliou AS. Management of motor problems in cerebral palsy: A critical update for the clinician, *Eur. J. Paed. Neurol.*, 2009;13:387–396.
125. Druzicki M, Rusek W, Szczepanik M, Dudek J, Snela S. Assessment of the impact of orthotic gait training on balance in children with cerebral palsy. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 2010;12(2):53-8.
126. Bardak AN. İnmede ayna tedavisi, transkranial manyetik stimulasyon, transkranial düz akım ve robotik rehabilitasyon. *Türkiye Klinikleri J PM&R-Special Topics* 2016;9(1):95-9.
127. Nuyens GE, De Weerd WJ, Spaepen AJ Jr, Kiekens C, Feys HM. Reduction of spastic hypertonia during repeated passive knee movements in stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83:930–935.
128. Diserens K, Perret N, Chatelain S, Bashir S, Ruegg D, Vuadens P, Vingerhoets F. The effect of repetitive arm cycling on post stroke spasticity and motor control: repetitive arm cycling and spasticity. *J Neurol Sci* 2007;253:18–24.
129. Rosche J, Paulus C, Maisch U, Kaspar A, Mauch E, Kornhuber HH. The effects of therapy on spasticity utilizing a motorized exercise-cycle. *Spinal Cord* 1997;35:176–178.
130. Ünsal S, Özel S. Serebral palsili çocuklarda nörojenik mesane ve üriner semptomların araştırılması (uzmanlık tezi) Sağlık Bakanlığı Ankara 2004

131. Erkin G. Serebral palsili çocuklarda fonksiyonel ve motor değerlendirme (uzmanlık tezi) Sağlık Bakanlığı Ankara 2000
132. Özgirgin N, Güler Uysal F. Rehabilitation outcome among 305 Turkish patients with cerebral palsy. Turkish Journal of Medical Sciences 1998
133. Kabakuş N, Açık Y, Kurt A, Özdiller ŞD, Kurt AN, Aygün AD. Serebral palsili hastalarımızın demografik, etiyolojik ve klinik özellikleri. Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi 2005;48:125-9.
134. Öneş K, Çelik B, Çağlar N, Gültekin Ö, Yılmaz E, Çetinkaya B. Serebral palsi polikliniğine müracaat eden hastaların demografik ve klinik özellikleri. Türk Fiz Tıp Rehab Derg 2008;54:13-6.
135. Demir H, Eser C, Menkü AP, Kırnay M, Koç H, Şigan YT. Serebral palsili olgularımızın epidemiyolojik özellikleri. Türk Fiz Tıp Rehab Derg 2000;3(2):46-8.
136. Hamamcı N, Gökçe Kutsal Y, Altıoklar K: Serebral palsili hastalarda yürüme analizi. Romato Tıp Rehab. 1991;3(3):169-178
137. Yıldızgören MT. Serebral palsili çocuklarda el-bilek ve parmak fleksör spastisitesi üzerine fonksiyonel elektriksel stimülasyonun etkisi. Ankara Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Uzmanlık Tezi; 2012.
138. Balaban B, Yaşar E, Dal U, Yazıcıoğlu K, Tan AK, Kalyon TA. Serebral palsili çocuk hastalarda fonksiyonel düzeyin enerji metabolizmasına etkisi. Türk Fiz Tıp Rehab Derg 2006;52(1):11-4.
139. Bower E (1997) The multiply handicapped child. In: Wilson BA, McLellan LD, editors. Rehabil. Stud. Handb. Cambridge University Press :315-354.
140. Meyer-Heim A, van Hedel HJ. Robot-assisted and computer-enhanced therapies for children with cerebral palsy: current state and clinical implementation. Semin Pediatr Neurol 2013; 20:139-145.

141. Baxter KM, Bellamy S, Mansoor JK. Effects of Intensive Locomotor Treadmill Training on Young Children with Cerebral Palsy. *Pediatr Phys Ther.* 2009;21:308–319.
142. Klobucka S, Ziakova E, Klobucky R. The effect of age on the improvement in motor function in patients with cerebral palsy after undergoing robotic-assisted locomotor therapy. *European Journal of Paediatric Neurology*, 2015;19(1):143-4
143. Gilliaux M, Dispa D, Renders A et al. Effectiveness of an interactive robot for the rehabilitation of the upper limb in children with cerebral palsy: A randomised single-blind controlled trial. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 2013; 56S:288–94.
144. Smania N, Bonetti P, Gandolfi M, Costentino A, Waldner A, Hesse S, Werner C. Improved gait after repetitive locomotor training in children with cerebral palsy. *Am J Phys Med Rehabil.* 2011;90(2):137-49.
145. van Hedel HJ, Meyer-Heim A, Rüschoetz C. Robot-assisted gait training might be beneficial for more severely affected children with cerebral palsy. *Dev Neurorehabil.* 2016 Dec;19(6):410-415.
146. Druzicki M, Rusek W, Snela S, Szczepanik M, Dudek J et al. Functional effects of robotic-assisted locomotor treadmill therapy in children with cerebral palsy. *J Rehabil Med* 2013; 45: 358–363
147. Mirbagheri MM, Patel C, Quiney K. Robotic-assisted locomotor training impact on neuromuscular properties and muscle strength in spinal cord injury. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2011;4132-5.
148. Perret N, Frischknecht R, Carda S, Sandoz F, Fauquex A, Charroton Y. Improvement of lower limb functioning in ambulatory chronic stroke patients undergoing robot-assisted training. *Ann Phys Rehabil Med.* 2016; 59S:e89.
149. Stampacchia G, Rustici A, Bigazzi S, Gerini A, Tombini T, Mazzoleni S. Walking with a powered robotic exoskeleton: Subjective experience, spasticity

- and pain in spinal cord injured persons. *Neuro Rehabilitation*. 2016;39(2):277-83.
150. Chen K, Wu YN, Ren Y, Liu L, Gaebler-Spira D, Tankard K, Lee J. Home-Based Versus Laboratory-Based Robotic Ankle Training for Children With Cerebral Palsy: A Pilot Randomized Comparative Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2016;97(8):1237-43.
  151. Wu YN, Hwang M, Ren Y, Gaebler-Spira D, Zhang LQ. Combined passive stretching and active movement rehabilitation of lower-limb impairments in children with cerebral palsy using a portable robot. *Neurorehabil Neural Repair*. 2011;25(4):378-85.
  152. Gökkaya NK, Çalışkan A, Karakuş D, Uçan H. Relation Between Objectively Measured Growth Determinants and Ambulation in Children with Cerebral Palsy. *Turk J Med Sci*. 2009; 39(1): 85-90
  153. Fasoli SE, Fragala-Pinkham M, Hughes R, Hogan N, Krebs HI, Stein J. Upper limb robotic therapy for children with hemiplegia. *Am J Phys Med Rehabil* 2008; 87:929–36.
  154. Frascarelli E, Masia L, Di Rosa G, et al. The Impact of robotic rehabilitation in children with acquired or congenital movement disorder. *Eur J Phys Rehabil Med* 2009; 45:135–41.
  155. Schmartz AC, Meyer-heim AD, Müller R, Bolliger M. Measurement of muscle stiffness using robotic assisted gait orthosis in children with CP. *Disabil Rehabil Assist Technol* 2011;6(1):29-37
  156. Ng L, Khan F, Young CA, Galea M. Symptomatic treatments for amyotrophic lateral sclerosis/motor neuron disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;1
  157. Amatya B, Khan F, La Mantia L, Demetrios M, Wade DT. Non pharmacological interventions for spasticity in multiple sclerosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;(2)
  158. Effectiveness of stretch for the treatment and prevention of contractures in people with neurological conditions: a systematic review. *Phys Ther*. 2011;91(1):11-24.

159. Prabhu RK, Swaminathan N, Harvey LA. Passive movements for the treatment and prevention of contractures. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;(12)
160. Angel RW, Hoffman WW. The H reflex in normal, spastic and rigid subjects. *Arch Neurol* 1963; 8:591-596
161. Shemesh Y, Rozin R, Ohry A. Electrodiagnostic investigation of motor neuron and spinal reflex arch (H-reflex) in spinal cord injury. *Paraplegia* 1977; 15:238-244
162. Little JW, Halar EM. H-reflex changes following spinal cord injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1985;66:19-22
163. Nielsen J, Petersen N, Crone C. Changes in transmission across synapses of peripheral afferents in spastic multiple sclerosis patients. *Brain* 1995; 118: 995-1004.
164. Morita H, Crone C, Christenhuis D, Petersen NT, Nielsen JB. Modulation of presynaptic inhibition and dysynaptic reciprocal Ia inhibition during voluntary movement in spasticity. *Brain* 2001; 124: 826-837.
165. Pisano F, Miscio G, Del Conte C, Pianca D, Candeloro E, Colombo R. Quantitative measures of spasticity in post-stroke patients. *Clin Neurophysiol*, 2000; 111(6):1015-22.