

T.C

HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA PLASTİK AYAK
AYAKBİLEĞİ ORTEZLERİNİN (PAFO) GÖVDE
POZİSYONU ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI**

YASİN YÜREKLİ

Fizyoterapi Ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

Protez Ortez Tezli Yüksek Lisans Programı

YÜKSEK LİSANS TEZİ

GAZİANTEP

2021

T.C
HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA PLASTİK AYAK
AYAKBİLEĞİ ORTEZLERİNİN (PAFO) GÖVDE POZİSYONU
ÜZERİNE ETKİSİNİN ARAŞTIRILMASI

YASİN YÜREKLİ

Hasan Kalyoncu Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğinin
Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nın
Protez Ortez Tezli Yüksek Lisans Programı için Öngördüğü
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak hazırlanmıştır.

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Yavuz YAKUT

GAZİANTEP

2021

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca desteklerini esirgemeyen akademik bilgi ve deneyimlerini aktaran tez konusunun seçiminden, analizlerin yapımına kadar tezimin her aşamasında desteklerini aldığım çok değerli danışman hocam **Prof. Dr. Yavuz YAKUT'** a

Yüksek lisans eğitiminde bize güler yüzüyle sevgisini hiç eksik etmeyen devamlı araştırmaya ve öğrenmeye sevk eden değerli hocam **Prof. Dr. Kezban BAYRAMLAR'**a

İlk olarak yüksek lisans fikrini bana aşıl原因an bilgi ve tecrübelerinden her zaman faydalandığım Bilim Ortez-Protez firmasının kurucusu değerli abim, **Ortopedik Protez Ortez Uzm. Osman SÖYLER'e**

Tez çalışmam boyunca hastalarım için uygun ortamı hazırlayan ve hiçbir desteğini esirgemeyen Bilim Ortez-Protez yetkililerine, çalışanlarına ve özellikle **Orthotist-Prosthetist Emir Batuhan Kahya'ya** ve **Fzt. Bilgi KAVTELEK'e**

Gerek tez çalışmamda gerekse hayatımın her alanında destek ve yardımlarını hissettiğim sevgili **Ailem'e**

Tez Çalışmasına gönüllü olarak katılan ve çalışmanın gerçekleşmesini sağlayan **Hastalarım'a**

TEŞEKKÜR EDERİM...

ÖZET

YASİN YÜREKLİ, Serebral palsili çocuklarda plastik ayak ayakbileği ortezlerinin (PAFO) gövde pozisyonu üzerine etkisinin araştırılması, Hasan Kalyoncu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Gaziantep 2021. Bu çalışma, serebral palsili çocuklarda plastik ayak ayakbileği ortezlerinin (PAFO) gövde pozisyonu üzerine etkisinin araştırılmasının incelenmesi için tasarlandı. Çalışmaya 4-16 yaş aralığında 11 birey dahil edildi. Bireylerin ortezli ve ortezsiz yüzey topografisi ölçümü sırasında ayakta arkasına beyaz ışık şeritleri (raster çizgileri) yansıtıldı. Kesin yüzey asimetrisini değerlendirmek ve kemik çıkıntılarını tanımlamak için görüntünün dijital bir fotoğrafı çekildi. Görüntüleme sırasında Formetric 4D (Diers International GmbH, Schlangenbad, Germany) cihazı hastaları 6 saniyelik bir aralıkta ölçtü ve saniyede 2 resim çekti. Bireylerin tekrarlı olarak ortezlerini çıkardıktan sonraki yüzey topografisi ölçümleri, Formetric 4D (Diers International GmbH, Schlangenbad, Germany) cihazı ve yazılım programına kaydedildi. Bireylere yapılan ortezsiz ve ortez kullanımı sonrası topografik ölçümlerin ve verilerin değerlendirilmesi için Formetric 4D (Diers International GmbH, Schlangenbad, Germany) cihazının yazılım programı kullanıldı. Bireylerin fonksiyonel değerlendirmesi için Zamanlı Kalk ve Yürü Testi (ZKYT), 2 Dakika Yürüme Testi (2DKYT), 10 Metre Yürüme Testi (10MYT), Fonksiyonel Uzanma Testi (FUT), Tek Ayak Üzerinde Durma Testi (TAÜDT), Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi (GMFCS) testleri yapıldı. Yüzey topografisi değerlendirilmesinde yapılan ölçüm sonrası yazılım programının hesapladığı verilerden antero-posterior değişimi, mediolateral değişim, vertebral rotasyon miktarı parametreleri karşılaştırıldı. Kolmogorov-Smirnov Testi ile verilerin normal dağılım gösterdiği görüldü. Veriler ortalama ve \pm standart sapma olarak kaydedildi. Tüm analizlerde $p < 0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi. İstatistiksel analiz için ortezsiz ve ortez çıkarıldıktan sonraki farklılıklar t testi ile karşılaştırıldı. Ortezsiz ve ortezli sonuçlar karşılaştırıldığında bilateral PAFO kullanımı antero-posterior değişim, mediolateral değişim ve vertebral rotasyon miktarında herhangi bir değişime neden olmadığı görüldü. Ortez kullanım süresi ve etkinliğine dair uzun dönem çalışmalara ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: Serebral Palsi, Gövde Pozisyonu, Ayakbileği Ortezi, Yüzey Topografisi

ABSTRACT

YASİN YÜREKLİ, Investigation of the effect of plastic ankle orthoses (PAFO) on trunk position in children with cerebral palsy, Hasan Kalyoncu University, Graduate Education Institute, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Master Thesis, Gaziantep 2021. This study was designed to investigate the effect of plastic ankle orthoses (PAFO) on trunk position in children with cerebral palsy. Eleven individuals aged 4-16 years were included in the study. During the measurement of the surface topography of the individuals with and without the orthosis, white light strips (raster lines) were projected on the back of the feet. A digital photograph of the image was taken to assess the precise surface asymmetry and identify the bony prominences. During imaging, the Formetric 4D (Diers International GmbH, Schlangenbad, Germany) device measured patients at an interval of 6 seconds and took 2 images per second. The surface topography measurements of the individuals after repeatedly removing their orthoses were recorded in the Formetric 4D (Diers International GmbH, Schlangenbad, Germany) device and software program. The software program of the Formetric 4D (Diers International GmbH, Schlangenbad, Germany) device was used to evaluate the topographic measurements and data after orthosis and orthosis use. For functional assessment of individuals, Timed Get Up and Go Test (TUG), 2 Minutes Walk Test (2MWT), 10 Meter Walk Test (10MWT), Functional Reaching Test (FRT), One Leg Standing Test (SLS), Gross Motor Function Classification System (GMFCS) tests were performed. Antero-posterior change, mediolateral change, vertebral rotation amount parameters from the data calculated by the software program after the measurement made in the evaluation of the surface topography were compared. It was seen that the data showed normal distribution with the Kolmogorov-Smirnov Test. Data were recorded as mean and \pm standard deviation. A p value of <0.05 was considered statistically significant in all analyzes. Differences without orthosis and after removal of the orthosis were compared with the t test for statistical analysis. When the results with and without orthosis were compared, it was seen that the use of bilateral PAFO did not cause any change in the amount of antero-posterior change, mediolateral change and vertebral rotation. There is a need for long-term studies on the duration and effectiveness of orthosis use.

Keywords: Cerebral Palsy, Ankle Foot Orthosis, Trunk Position, Surface Topography

İÇİNDEKİLER

TEZ SAVUNMA TUTANAĞI

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
TEZ ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI.....	vi
ŞEKİL DİZİNİ.....	vii
TABLO DİZİNİ	viii
KISALTMALAR LİSTESİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİ	3
2.1. Serebral Palsi	3
2.1.1. SP'nin Tanımı.....	3
2.1.2. Epidemiyoloji	3
2.1.3. Etiyolojisi	3
2.1.4. Eşlik Eden Problemler	5
2.1.5. Sınıflandırma	6
2.1.6. Spastik SP.....	9
2.1.7. Diskinetik	10
2.1.8. Ataksik.....	10
2.1.9 Miskt tip	10
2.2. Serebral Palside gövde ve postüral kontrolü.....	11
2.3. Postüral Kontrolü Etkileyen Mekanizmalar	12
2.3.1 Postüral Kas Tonusu.....	12
2.3.2 Nöral Yapılar	13
2.3.3 Duyusal Mekanizmalar.....	14
2.4 Serebral Palside Ortez Kullanımı.....	15
2.4.1 Serebral Palside Ortezin Amacı.....	15
2.4.2 Serebral Palside Kullanılan Alt Ekstremitte Ortezleri.....	15
2.4.3 Serebral Palside Kullanılan Ortezlerin Dengeye Etkileri	25
2.5 Serebral Palside Yürüyüş.....	26
2.5.1 Serebral Palside Patolojik Yürüyüş'ün Nedenleri	26
2.5.2 Serebral Palside Patolojik Yürüyüş	26

2.6	Serebral Palside Postürün Değerlendirilme yöntemleri.....	29
2.6.1	Yüzeyel Topografik Ölçümler	29
3.	BİREYLER VE YÖNTEM	32
3.1	Bireyler	32
3.2	Yöntem.....	33
3.2.1	Demografik Bilgiler.....	33
3.2.2	DIERS 4D Yüzey Topografisi Ölçümü.....	33
3.2.3	Zamanlı Kalk ve Yürü Testi (ZKYT)	38
3.2.4	2 Dakika Yürüme Testi (2DKYT).....	39
3.2.5	10 Metre Yürüme Testi (10MYT).....	40
3.2.6	Fonksiyonel Uzanma Testi (FUT).....	41
3.2.7	Tek Ayak Üzerinde Durma Testi (TAÜDT).....	41
3.2.8	Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi (GMFCS)	42
3.3	İstatistiksel Analiz.....	42
4.	BULGULAR	43
5.	TARTIŞMA	43
	LİMİTASYONLAR.....	43
6.	SONUÇLAR VE ÖNERİLER	51
	KAYNAKLAR.....	54
	EKLER	67
	EK-1. Enstütu Yönetim Kurulu Kararı	67
	EK-2: Etik Kurul Onayı	68
	EK-3 Kurum İzin Belgesi.....	69
	EK-4 Veri Toplama Formları.....	70
	EK-5 Gönüllüleri Bilgilendirme Formu	75
	EK-6 Tez İntihal Raporu	76
	EK-7 Kısa Özgeçmiş	77

TEZ ETİK VE BİLDİRİM SAYFASI



ŞEKİL DİZİNİ

Şekiller		Sayfa No
Şekil 2.4.2.1	UCBL (University of California Biomechanics Laboratory)	17
Şekil 2.4.2.2	SMO (Supramalleolar Ortez)	18
Şekil 2.4.2.3	Dinamik Afo (DAFO)	19
Şekil 2.4.2.4	Katı AFO (SAFO)	20
Şekil 2.4.2.5	Eklemlili veya Mentüşeli AFO (HAFO)	21
Şekil 2.4.2.6	Refleks AFO (PLSO)	22
Şekil 2.4.2.7	Yer tepkimesi AFO (GRAFO)	23
Şekil 2.4.2.8	Diz-Ayak-Ayak Bileği Ortezleri (KAFO)	23
Şekil 2.4.2.9	Kalça-Diz-Ayak-Ayak Bileği Ortezleri (HKAF0)	24
Şekil 2.6.1.1	Formetric 4D Cihazından Topografik Analiz ve Yazılım Çıktısı	31
Şekil 3.2.2.1	Formetric 4D Cihazı ile Ortezli ve Ortezsiz Analizi	34
Şekil 3.2.2.2	Formetric 4D Skolyoz Analiz Labratuvarı	35
Şekil 3.2.2.3	Formetric 4D Analiz Yazılım Programı	36
Şekil 3.2.2.4	Formetric 4D Analiz Yazılım Programı	36
Şekil 3.2.2.5	Formetric 4D Analiz Yazılım Programı	37
Şekil 3.2.2.6	Formetric 4D Analiz Yazılım Programı	37
Şekil 3.2.2.7	Yüzey Topografisi Karşılaştırılması	38
Şekil 3.2.2.8	Yüzey Topografisi Karşılaştırılması	38
Şekil 3.2.3.1	Zamanlı Kalk ve Yürü Testi (ZKYT)	39
Şekil 3.2.5.1	10 Metre Yürüme Testi (10MYT)	40
Şekil 3.2.6.1	Fonksiyonel Uzanma Testi (FUT)	41
Şekil 3.2.7.1	Tek Ayak Üzerinde Durma Testi (TAÜDT)	41

TABLO DİZİNİ

Tablolar		Sayfa
Tablo 4.1	Çalışmaya Katılan Kişilerin Demografik Özellikleri	43
Tablo 4.2	Tanımlayıcı İstatistiksel Analiz Ortezsiz	43
Tablo 4.3	Tanımlayıcı İstatistiksel Analiz Ortezli	43
Tablo 4.4	Ortezli ve Ortezsiz Sagittal İmbalans, Koronal İmbalans ve Vertebral Rotasyon Miktarlarının Karşılaştırılması	44
Tablo 4.5	Ortezli ve Ortezsiz ZKYT, 10MYT, 2DYT, TAÜDT ve FUT Testlerinin Karşılaştırılması	44
Tablo 4.6	Ortezli ve Ortezsiz Sagittal İmbalans, Koronal İmbalans Vertebral Rotasyon, ZKYT, 10MYT, 2DYT, TAÜDT ve FUT Değerlerini Karşılaştırması	45

KISALTMALAR LİSTESİ

AFO	Ankle-Foot Orthosis
FO	Foot Orthosis
COM	Center Of Mass
CGA	Clinical Gait Analysis
DAFO	Dynamic Ankle Foot Orthosis
FUT	Fonksiyonel Uzanma Testi
GMFCS	Gross Motor Functional Classification System
GRAFO	Ground Reaction Ankle-Foot Orthosis
HAFO	Hinged Ankle-Foot Orthosis
HKAFO	Hip-Knee-Ankle-Foot Orthosis
KAFO	Knee-Ankle-Foot Orthosis
MSS	Merkezi Sinir Sistemi
PAFO	Polipropilen Ankle-Foot Orthosis
PLSO	Posterior Leaf Spring Orthosis
SAFO	Solid Ankle-Foot Orthosis
SMO	Supramalleolar Orthosis
SCPE	Surveillance of Cerebral Palsy in Europe
SP	Serebral Palsi
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TAÜDT	Tek Ayak Üzerinde Durma Testi
UCBL	University of California Biomechanics Laboratory
ZKYT	Zamanlı Kalk Yürü Testi
2DKYT	2 Dakika Yürüme Testi
10MYT	10 Metre Yürüme Testi

1. GİRİŞ

Serebral palsi(SP), çocuklarda en sık görülen fiziksel engeldir. Görülme sıklığı 1000 canlı doğumdan 1,5 ile 2,5 aralığındadır. SP'nin teşhisi öncelikle klinikdir, ancak manyetik rezonans görüntüleme, beyin hasarının doğrulanmasında yardımcı olabilir. Gelişmekte olan beyindeki bir yaralanmaya bağlı bulgular, kalıcıdır ve ilerleyici değildir. SP'nin farklı etiyojileri vardır. SP risk faktörü erken doğum, perinatal asidoz, asfiksi ve çoklu gebelik bunlardan bazılarıdır.

SP'de hareket, duruş ve denge etkilenmiştir. serebral palsi, sert kaslar (spastisite), kontrol edilemeyen hareket (diskinezi), zayıf koordinasyon (ataksi) veya karışık tip olarak sınıflandırılabilir. Spastisite en yaygın hareket bozukluğudur yaklaşık %80'ini etkilemektedir. SP'de kalça ağrısı veya çıkığı, el disfonksiyonu ve ekin deformitesi gibi rahatsızlıklarda eşlik edebilir. SP'li hastalar bilişsel işlev bozukluğu, epilepsi, basınç ülserleri, osteoporoz, davranışsal veya duygusal sorunlar, konuşma ve işitme bozukluğu, inkontinans gibi hareketle ilgili olmayan problemler de yaşarlar (1).

Çocukluk çağı tedavileri genellikle multidisipliner rehabilitasyon programı kapsamında verilmektedir. Malesef genç yetişkinler genellikle uygun multidisipliner yetişkin nörodisabilite servisinden istenilen düzeyde faydalanamaz (2).

SP'li olan çocuklarda, aşırı diz fleksiyonunu azaltmak ve yürüme enerji maliyetini azaltmak için sert ayak bileği-ayak ortezleri (AFO) reçete edilir, çünkü AFO'lar alt ekstremitte biyomekaniği, üst vücut hareketleri ve denge üzerinde bir etkiye sahip olabilir (3).

Yürüme günlük yaşamdaki en önemli aktivitelerden biridir. Günlük yaşam aktiviteleri ve sosyalleşme için yürüme şarttır. Günümüzde yürüyüşün karmaşıklığı nedeniyle ve özellikle patolojik yürüyüş, klinik yürüyüş analizi (CGA) ile daha detaylı incelenip yürüyüş bozuklukları tespit edilmektedir. Klinik yürüyüş analizi (CGA), büyük miktarda veri toplar ve analiz eder, yürüyüş özelliklerine ilişkin nicel veriler aslında, aynı anda kaydedilen uzay-zamansal, kinematik, kinetik ve elektromiyografi verileridir. Yürüyüşe göre yürüyüşün döngüsü, zamansal ve mekânsal özellikleri olabilir. Bu analizlerde elektro-optik sistemler kullanılır. Bu sistemler sayesinde yürüme hızı, kadans, adım uzunluğu, adım genişliği, duruş süresi ve salınım süresi, ayak bileği, diz, kalça, pelvis ve gövde eklem hareket açıklıkları, yüzey elektrotları ile kas aktivite yoğunluğu, ortak

kasılma süreleri gibi veriler analiz edilerek yürüyüş sapmalarını, patolojik yürüyüş bozukluklarını ve en iyi terapötik tedaviyi seçmekte kullanılır (4).

Ayak ayak bileği ortezleri (AFO'lar) yürümeyi normalleştirmek için kullanılan cihazlardır. Ortez yönetiminin amaçlarından biri de patolojik refleksi veya spastisiteyi azaltmak için eklemeleri uygun konuma yerleştirerek normal yürüyüş paternini kazanmaktır. AFO'lar klinik uygulamada kullanılır. Tasarım ve bunları oluşturan malzemeler, farklı seviyelerde sertlik ve ayak bileği kontrolü sağlar. En sık reçete edilenler; sabit AFO (SAFO), dinamik AFO (DAFO), zemin reaksiyon ortezi (GRAFO), arka yaprak yay (PLS) veya menteşeli AFO (HAFO)'dur. Farklı tip ve özellikteki AFO'lar, çocukların yürüyüş verimliliğini artırmak için tasarlanmıştır. Literatür taramalarında SP'li olan çocuklarda, AFO'ların yürüyüş hızında küçük iyileşmeler sağladığına ve AFO'ların kaba motor fonksiyonu (GMFSS) üzerinde küçük ila orta derecede etkiye sahip olduğuna dair orta düzeyde kanıt vardır. Ekin yürüyüşü olan çocuklarda, posterior AFO'ların distal kinematikte büyük değişikliklere neden olduğuna dair güçlü kanıtlar vardır (5,6).

Bununla birlikte, şimdiye kadar, SP'li olan çocuklarda yürüyüş sırasında ayak bileği ortezlerinin postüral denge üzerindeki etkisine çok az dikkat edilmiştir (7).

Postüral analiz, gelişmiş yüzey topografisi sistemleri ile giderek daha fazla kullanılmaktadır. DIERS formetric 4D, 6 saniyelik bir taramadan 40 tanımlanmış omurga şekli parametresini ölçer. Sistem algoritmaları sayesinde, bir tarama sırasında elde edilen 12 kayıtlı görüntüden bir tanesi elde edilen omurga şekli parametre değerleri, postüral değerlendirme için DIERS tarafından bildirilen değer haline gelir (8).

Bu çalışma SP'li bireylerde ortez kullanımının gövde pozisyonu üzerine etkisini araştırmak için DIERS 4D yüzey topografisi ölçümü sonrası yazılım programının hesapladığı verilerden omurganın antero-posterior değişimi, mediolateral değişim, vertebral rotasyon miktarını ortezli ve ortezsiz etkisinin incelenmesi amacıyla planlanmıştır.

1. Hipotez: Serebral palsili çocuklarda AFO kullanımı omurganın antero-posterior yönde değişimini etkiler.
2. Hipotez: Serebral palsili çocuklarda AFO kullanımı omurganın medio-lateral yönde değişimini etkiler.
3. Hipotez: Serebral palsili çocuklarda AFO kullanımı omurganın vertebral rotasyon miktarını etkiler.

2. GENEL BİLGİ

2.1. Serebral Palsi

2.1.1. SP'nin Tanımı

Serebral palsy(SP), hareket gelişimini etkileyen ve aktivitenin bozulmasına neden olan kalıcı lakin ilerleyici olmayan nörogelişimsel bir rahatsızlık grubudur. Gelişmekte olan fetal veya bebek beyinde ortaya çıkan rahatsızlıklar doğum öncesi, doğum ve doğum sonrasında serebral palsy'e yol açar. Çocukluk dönemi engelliliğinin en yaygın nedenidir. Motor bozukluğun derecesi, tipi ve fonksiyonel etkinliği etiyolojiye bağlı olarak değişir. SP'nin epilepsi, kas-iskelet sistemi sorunları, zihinsel engellilik, beslenme zorlukları, görsel anormallikler, işitme sorunları ve iletişim güçlükleri dahil olmak üzere birkaç ilişkili komorbiditesi olabilir (9).

2.1.2. Epidemiyoloji

SP, çocukluk çağı engelliliğinin en yaygın nedenidir. 1000 canlı doğumdan 1,5 ile 2,5 arasında serebral palsy tanısı konmaktadır. Prevalans, zamanında doğan bebeklere göre erken doğan bebeklerde önemli ölçüde daha yüksektir. SP gelişme riski, gebelik yaşının azalmasıyla artar, 28 haftadan daha erken doğan bebekler en fazla risk altındadır. Prevalans düşük doğum ağırlıklı bebeklerde daha yüksektir. Çok düşük doğum ağırlıklı (1500 gramdan az) doğan bebekler en büyük risk altındadır; 1500 gramın altında doğan bebeklerin %5 ila %15'i SP geliştirir. Doğum öncesi olaylar SP vakalarının yaklaşık %80'ine neden olur iken doğum sonrası olaylar ise vakaların yaklaşık %10'una neden olur (10).

2.1.3. Etiyolojisi

SP'ye neden olan beyin hasarı veya yaralanması ilerleyici değildir. Doğum öncesi, doğum esnasında ve doğum sonrası dönemlerde meydana gelebilir. Bireysel bir hastada etiyoloji genellikle çok faktörlüdür (11).

Bunlardan bazıları sıralanmıştır;

Doğum Öncesi Nedenler

- Doğuştan beyin malformasyonları
- Rahim içi enfeksiyonlar

- Kromozom anormallikleri
- oğul gebelik
- Sosyo ekonomik faktörler
- Kalıtsal hastalık
- Akraba evlilikleri
- Uyuşturucu alkol kullanımı

Doğumsal Nedenler

- Hipoksi-iskemi
- Merkezi sinir sistemi (MSS) enfeksiyonları
- İnme
- Kernikterus (sarılık)
- Düşük doğum ağırlığı <2500 gr
- Prematürite < 36 hafta
- Kordon dolanması
- Asidoz
- Perinatal asfiksi

Doğum Sonrası Nedenler

- Kazara ve kazara olmayan travma
- MSS enfeksiyonları
- İnme
- Koagülasyon bozukluğu
- Hipoglisemi

- İntrakranial kanama
- Anoksi

Erken doğum, serebral palsi için önemli bir risk faktörüdür. SP'ye neden olabilecek prematüre komplikasyonları şunlardır.

- Periventriküler lökomalazi
- İntraventriküler kanama

SP ile ilişkili diğer risk faktörleri çoklu gebelik, intrauterin büyüme kısıtlaması, madde kötüye kullanımı, preklampsi, koryoamniyonit, anormal plasental patoloji, mekonyum aspirasyonu, perinatal hipoglisemi ve genetik duyarlılıktır (12,14).

2.1.4. Eşlik Eden Problemler

SP'de hareket, postür ve denge hariç çeşitli komplikasyonlar SP'ye eşlik edebilir.

- Ağrı

SP'de ağrı % 50 ila % 75 arasında bildirilmiştir, bununda %25 civarı hareket ve aktiviteyi kısıtlayacak kadar şiddetlidir. Ağrı distoni, kalça çıkığı veya kabızlığa sekonder olarak ortaya çıkabilir. Ağrı iletişim zorlukları nedeniyle fark edilemeyebilir.

- Akciğer hastalıkları

Kronik akciğer hastalığı, SP'li çocuklarda tekrarlayan aspirasyon, skolyoz ve solunum kası koordinasyon problemleri.

- Epilepsi

SP'de epilepsi %25 ile %45 oranında görülür ve en sık spastik kuadripleji'de görülür.

- Ortopedik bozukluklar

Kalça çıkığı en sık rastlanan ortopedik bozuklukların başında gelir %30'unda görülmektedir. Ayak deformiteleri ve skolyoz diğer rahatsızlıklarıdır.

- Zihinsel engellilik

SP'li hastaların yaklaşık %50'sinde ortaya çıkar. Spastik kuadripleji'li çocuklar en ciddi şekilde etkilenenlerdir.

- Gastrointestinal bozukluklar

SP'li çocukların yaklaşık %90'ında eşzamanlı kabızlık, gastroözofageal reflü beraberinde kusma olabilir, yutma bozuklukları ve karın ağrısında eşlik eder.

- Görme bozuklukları

SP'li çocukların yaklaşık %30'unda gözlemlenmiştir. Prematüre sonrası SP'li çocuklarda daha yaygındır. Düşük görme keskinliği kortikal bozukluk, şaşılık %50, göz tembelliği ve körlük %10 olmak üzere görmeye bağlı sorunlardır.

- İşitme / Konuşma bozukluğu

Konuşma %30-40 oranında görülür, afazi, mutizmi ve dizartri hastalıkları görülür.

İşitme ise %10-20 oranında görülür.

- Nörodavranışsal bozukluklar

Nörodavranışsal bozukluklar %25 oranında görülür. Duygusal değişkenlik başta olmak üzere davranışsal, psikiyatrik bozuklukları olan, obsesif-kompulsif bozukluklar ve dikkat eksikliği görülmektedir.

- Büyüme yetersizliği
- Gastrointestinal sistemden kaynaklı yetersiz beslenme.
- Osteopeni
- Ürolojik durumlar (idrar kaçırma, enürezis, nörojenik mesane) %30-60
- Uyku bozuklukları %23 oranında ortaya çıkıyor
- Diş anormallikleri eşlik eder (15,16,17).

2.1.5. Sınıflandırma

Sınıflandırmada motor bozukluğun niteliği ve tipolojisi, işlevsel motor yetenekleri, anatomik olarak etkilenen ekstremiteler, fonksiyonel motor yetenekleri göz önüne alınarak değerlendirme yapılır (18).

Bu heterojen motor bozukluk grubunun birçok sınıflandırması vardır. En sık uygulananlar Ingram (1955'te) ve Hagberg (1976'da) ve en son olarak SP'nin avrupada gözetimi (SCPE) 'nin (2006) 'da yayınladığı sınıflandırmadır (19).

Türü

Özellikleri

Ingram Sınıflandırması

Türü	Özellikleri
Diplejik	Spastik parezi esas olarak alt ekstremitelerde, üç veya dört ekstremitede görülür (Bu tip aynı zamanda alt ekstremitte parezisinin üst ekstremitte parezisine hakim olduğu kuadriparezi sendromlarını da içerir.)
Hemipleji	Spastik parezi, üst veya alt ekstremitenin baskınlığı ile tek taraflı (sağ veya sol taraflı)
bilateral hemipleji (tetrapleji)	Üst ekstremitte parezisinin baskınlığı ile spastik tetraparezi (motor sakatlığın şiddeti ve birlikte var olan problemler açısından en şiddetli serebral palsi türü)
Ataksi	Kas gerginliği azalır, el-göz koordinasyonu bozuklukları eşlik eder; bu tip bilateral veya vücudun bir tarafının baskınlığı ile olabilir.
Diskinezi	Distonik, atetoik, koreik tip SP, sık sık Kas tonusunda değişiklik veya titreme eşlik eder. Bu tip bir ekstremitede, vücudun bir tarafında ve üç veya dört ekstremitede ortaya çıkabilir.
Karışık türler	Çeşitli kombinasyonlarda yukarıda belirtilen özellikler.

Hagberg'in Sınıflandırması

Spastik sendromlar	Belirli bir aktiviteyi kontrol eden beyin merkezlerinin ve izlerin hasarından kaynaklanan: monoparezi hemiparezi triparezi tetraparezi dipleji spastik
Ekstrasiramidal (diskinetik) sendromlar	Subkortikal yapı hasarı ile ilgili, çeşitli istemsiz hareketler ve kısıt hareketlerle genelleştirilmiş kas sertliği ile karakterizedir.
Ataksi	Genelleştirilmiş hipotansiyon, titreme ve motor koordinasyon bozuklukları ile karakterize serebellum hasarından kaynaklanır(20).

Türü

Özellikleri

SCPE sınıflandırması

Spastik tip	Artmış kas gerginliği, hiperrefleksi ve patolojik refleksler ile karakterizedir; dipleji, tri veya tetraplejiye daha fazla bölünmeden tek taraflı spastik ve bilateral spastik olarak ayrılır
Diskinetik tip	Hastalar istemsiz, kontrolsüz, tekrarlayan, bazen basamaklı hareketler yaparlar; hem artabilen hem de azaltılabilen ve zaman içinde sıklıkla değişebilen kas gerginliği. Bu tipte, aşağıdakiler SCPE ile tanımlanır: -baskın hatalı duruş ve artmış kas gerginliği (hipertonik-hipokinetik olarak adlandırılır) ile distonik SP. - koreoatetotik SP: bu tip, yavaş, sürekli değişen “büküm” hareketlerle örtüşen hızlı, kontrolsüz, şiddetli, sık sık “parçalanma” hareketleriyle karakterizedir; gerginlik genellikle değişkendir, (hipotonik-hiperkinetik olarak adlandırılır).
Ataksik tip	Ataksi, hareketlerin düzgünlüğü ve titreme ile sonuçlanan motor koordinasyon kaybı ile ilişkilidir; bu tip SP'de kas gerginliği baskındır.

Balf ve Ingram (1955) verilerine göre SP'nin klinik sınıflandırılması (21). Hagberg ve arkadaşları (1976) (22). Serebral Palsi'nin Avrupa'da Gözetimi (SPCE) (23).

Karışık bozukluklarda, SP'li bir çocuk, baskın semptomlara dayanarak SCPE yönergelerine göre sınıflandırılmalıdır(23). Kaba motor fonksiyon sınıflandırma sistemi (GMFCS) yanı sıra İki Dilli İnce Motor fonksiyon ve Manuel Yetenek Sınıflandırma Sistemi. Achild'in işleyişinin yukarıdaki ölçeklerde değerlendirilmesi, motor bozuklukların ve etkilenen uzuvların şiddeti hakkında bilgi edinmeye yardımcı olur (23,25).

2.1.6. Spastik SP

Spastik SP, tüm olguların % 80'inden oluşan SP'nin en yaygın şeklidir. Serebral korteks etkilenmiştir. Spastisite, klinik olarak dinamik kontraktürler olarak kendini gösteren bir hipertoni türüdür. SP'li bir çocukta fiziksel aktivite seviyesinin azalmasıyla birlikte, spastik kasta ikincil yapısal ve morfolojik değişikliklere yol açarak sabit kontraktürler olarak bilinen kas kısalmasına, ayrıca postür ve dengenin etkilenmesine neden olur. Sabit kas kontüzyotürleri erken tedavi edilmezse ilerleyici kas-iskelet sistemi deformiteleri gelişir. Sonuç olarak, statik nörolojik patolojiden spastik SP, cerrahi olarak yönetilmesi gereken ilerleyici bir ortopedik patoloji haline gelebilir (26).

SP'li çocukların % 35'inde SP'nin en sık görülen klinik fenotipi olan spastik dipleji vardır (27). Spastik dipleji, olgunlaşmamış oligodendroglia'nın 20 ila 34 haftalık gebelik arasında hasar görmesinden kaynaklanmaktadır. Nörogörüntüleme de görülen en yaygın nöropatolojik bulgu periventriküler lökomalazidir (28,30). Spastik diplejide hem motor kortikospinal hem de talamokortikal yollar etkilenir. Spastik diplejisi olan çoğu çocuk normal bilişsel işleve ve bağımsız ambülasyon için iyi bir prognoza sahiptir.

Spastik kuadripleji SP'li çocukların % 20'sini oluşturur ve bu klinik fenotip erken doğumla ilişkilidir ve nörogörüntü ciddi periventriküler lökomalazi ve multikistik kortikal ensefalomlasi gösterir. Spastik kuadripleji önemli fonksiyonel sınırlamalar, bilişsel eksiklik, epilepsi, görme bozukluğu ve diğer ilişkili koşullarla ilişkilidir. Spastik kuadriplejisi olan çocuklarda bağımsız ambülasyon için prognoz zayıftır.

SP'li çocukların yüzde 25'inde spastik hemipleji vardır. Spastik hemipleji en sık erken dönem doğan bebeklerde görülür ve çoğu vaka rahim veya perinatal inmeye bağlıdır (30). Spastik hemiplejili çocukların çoğu normal bilişsel yeteneklere sahiptir, bağımsız ambülasyonu ve yüksek düzeyde fonksiyonel yetenekleri koruyabilir (31,32).

Ekstraspiramidal SP, koreoatetotik, distonik veya diskinetik klinik fenotiplerden oluşur ve % 15 sp vakalarını içerir. Olguların çoğu, erken dönem doğan ve hipoksik-iskemik ensefalopati, kernicterus, nörometabolik veya nörojenetik bozukluk ile ilişkili bebeklerde görülür. Ekstrapiramidal SP'li çocuklarda ilişkili durumların görülme sıklığı daha yüksektir, bilişsel eksiklik, nöbetler, davranış problemleri, uyku bozuklukları, görme bozukluğu veya işitme bozukluğu (32,36).

2.1.7. Diskinetik

Hiperbilirubinemi veya şiddetli anoksi, bazal ganglionlarda hasara neden olur disfonksiyon ve diskinetik SP ile sonuçlanır. Diskinetik SP, istemsiz, kontrolsüz, tekrarlayan ve zaman zaman kalıplaşmış hareketlerin eşlik ettiği anormal duruş ve hareket kalıpları ile karakterizedir (37). Konuşma bozukluklarının yanı sıra yutma güçlüğü ve salya akması görülür. Diskinezi SP, tüm vakaların yaklaşık %10 ila %15'ini oluşturur. Zihinsel durum genellikle olağandır, ancak ileri derecede ki konuşma bozuklukları iletişimde sorun olabilir ve gözlemciyi çocuğun zihinsel engelli olduğunu düşündürebilir. Diskinetik tip SP'de 2 alt gruba ayrılmaktadır (38).

Distoni, istemsiz sürdürülen veya aralıklı kas kasılmalarının bükülme ve tekrarlayan hareketlere, anormal duruşlara veya her ikisine de neden olduğu bir hareket bozukluğu olarak tanımlanır (39).

Koreoatetoidik SP, anormal duruş ve hareketlerle tanımlanır. Bu anormallikler, bozulmuş kas tonusu, bozulmuş hareket kontrolü ve bozulmuş koordinasyondan kaynaklanmaktadır (40). Korea, yüz, proksimal ekstremiteler, ayak parmakları ve parmaklar da dahil olmak üzere kasların düzensiz ve hızlı kasılmalarını içerir. Athetoz, distal ekstremitelerin yavaş, kıvranan hareketlerini içerir. Bu hareketler duygular, stres ve hastalık tarafından indüklenebilir veya kötüleşebilir. Uzuvarın ve gövdenin bükülmesi gibi sürdürülen tekrarlayan ve desenli hareketlerden oluşur. Bu hareketler yavaş veya hızlı olabilir. Hareket sırasında veya duygularla ortaya çıkan ani bir ton artışı vardır (41,42).

2.1.8. Ataksik

Ataksik SP, SP'li her 10 kişiden 1'inden daha azını oluşturan en az yaygın SP tipidir (43). SCPE'ye göre, ataksi SP'li bireyler düzenli kas koordinasyonunu yitirerek duruş, denge bozuklukları, hareketlerde titreme ve hipotoni ile karakterizedir (44).

2.1.9 Miskit tip

Karışık bozukluklarda, SP'li bir çocuk, baskın semptomlara dayanarak SCPE yönergelerine göre sınıflandırılmalıdır (45).

2.2. Serebral Palside gövde ve postüral kontrolü

Postüral kontrol, stabilite veya hareket amacıyla vücudun uzaydaki konumunu kontrol etme yeteneği olarak tanımlanabilir (46).

SP tanımı ve tanısında belirtilen, hareket gelişimini etkileyen ve aktivite problemleri postür ve denge disfonksiyonu olarak karşımıza çıkar (47). Postüral kontrol artık tek bir sistem veya denge refleksleri kümesinden ziyade, çoklu sensorimotor süreçlerin etkileşimi ile birlikte karmaşık bir motor becerisi olarak kabul edilir (48).

Postüral kontrolün temel fonksiyonel hedefleri postüral oryantasyon ve stabilite(duruş ve denge)dir. Postürel oryantasyon gövde ve baş'ın yerçekimine, destek yüzeylerine, tonusun kontrolüne, görsel ortam ve iç referanslara göre vücudun aktif olarak hizalanmasını içerir. Somatosensör, vestibüler ve görsel sistemlerden gelen duyuşsal bilgiler entegre edilir ve bu girdilerin her birine yerleştirilen gövde ağırlıkları hareket görevinin hedeflerine ve çevresel etkilere bağlıdır. Postural denge, hem kendi kendine başlatılan hem de dışarıdan tetiklenen stabilite bozuklukları sırasında vücut kütesinin merkezini (CoM) stabilize etmek için hareket stratejilerinin koordinasyonunu içerir (49,50).

SP'li çocuklar, postüral kontrol bozukluklarına bağlı olarak günlük yaşamda çeşitli aktiviteler gerçekleştirirken tam bağımsız olamazlar. Postural kontrolü geliştirmek için en iyi çözüm, aynı anda denge ve motor beceriler duygusuna odaklanan tedavilerin kullanılmasıdır (51).

SP'li çocukların çoğu yürümekte zorluk çeker, zayıf yürüyüşe yol açan zayıf denge kontrolüdür. Nörogelişimsel ilkeler, hareketin kontrolünün proksimalden vücudun distal kısmına ilerlediğini belirtir. Gövde vücudun merkezi anahtar noktası olan proksimal gövde kontrolü, distal uzuv hareketi kontrolü, dengesi ve fonksiyonel hareketlilik için bir ön koşuldur (52,53).

Tüm CoM'nin ağırlık merkezinin gövdede yer alması ve gövdenin vücudun merkezi olması nedeniyle, gövde; postüral kontrol ve denge reaksiyonlarının organizasyonunda önemli bir rol oynar. Gövde kontrolü, fonksiyonel aktiviteleri yerine getirme başarısı için önemlidir (54). Üst ve alt ekstremitte hareketleri sırasında stabil destek yüzeyi sağlar (55,56). Yürüme sırasında vücudun en önemli bölümü olarak görev alan gövde, lokomasyonun kontrolünde rol oynar, ayrıca yürüme sırasında başın stabilizasyonunu sağlar. Bu baş stabilizasyonu dengeye ilişkin fonksiyonlarda vestibüler ve görsel bilginin doğru bir şekilde entegrasyonu için gereklidir.

Spastik hemiplejik ve diplejik SP'li çocuklar statik gövde kontrolünü sağlamakta zorlanırlar, bu durumda ayakta durma ve oturma becerilerini sürdürmeyi, uzanma ve

yürüme gibi aktiviteleri olumsuz yönde etkiler. Selektif kontrolün azalması, kas zayıflığı, anormal kas tonusu, kontraktürler, agonist-antagonist kaslar arasındaki koordinasyon bozukluğu, SP'li çocuklardaki gövde kontrolü yetersizliğinin olası nedenlerindedir (57,59).

2.3. Postüral Kontrolü Etkileyen Mekanizmalar

2.3.1 Postüral Kas Tonusu

Postüral tonus vücudu yer çekimine karşı destekleyen en kritik mekanizma olarak bilinmektedir (60). Postüral tonus yaygın olarak düşük seviyeli motor aktivite olarak görülmesine rağmen, postüral tonusun hem statik hem de dinamik olarak vücudun ekseninde duruş sırasında düzenlendiği, dik duruş pozisyonunda boyun, gövde ve kalçalarda postüral kas tonusunun dikey dağılımını ifade eder (61).

Kas tonusu genellikle bir uzvun pasif eylem direnci olarak tanımlanır. Burada direnç pasif ve istemsiz aktif kuvvetlerden kaynaklanır. Uzuvların direncinin ölçülmesi basittir çünkü apendiküler kaslar iskelet eksenleri boyunca yönlendirilir ve eklem rotasyonu, kas uzunluğunda kabaca orantılı değişikliklere neden olur. Sonuç olarak, insanlarda kas tonusu hakkında bilinenlerin, uzuvlar üzerinde çalışmalardan elde edilmiştir (62).

Eksenel kasların azalan kontrolü, çok çeşitli kortikal ve subkortikal yapılardan kaynaklanır. Somatik inen beyin sapı yolları, interstitiospinal yol, tektospinal yol, lateral ve medial vestibülospinal yollar, pontinden retikülospinal yol, medüller ve mezensefalik medial tegmental alanlar ve çekirdek lifleri dahil olmak üzere eksenellere önemli bir kontrol kaynağı sağlar (63). Aynı zamanda limbik sistem de postüral kas tonusunu etkiler (64).

Eksen tüm bölümlerini birbirine bağladığından, bu çeşitli inen yapılardan gelen eksenel hareket halinde tüm bölümlerinin eylemlerini hesaba katmalıdır. Vücudun bir bölüm hareketi sırasında, diğer bölümlerde rahatsız olur ve dengesizlik yaratır. Böylelikle distal segmentlerin hassas hareketi daha proksimal segmentleri stabilize ederek gerçekleştirilebilir. Günlük motor aktivitelerdeki bu tür stabilite ve hareketlilik kombinasyonları, eksenel ve proksimal aktivitenin tam olarak düzenlenmesine bağlıdır. Eksenel kasların duruş ve hareket için biyomekanik önemi ve sonuç olarak bu kasların değişmesinin nedeni, aksiyal tonusun tiplenmesi ve düzenlenmesi hakkında neredeyse hiçbir şey bilinmemektedir (65,66).

Kas tonusunu, uzun süreli ve yorgunluğa dirençli, refleks inhibisyonunun kesintiye uğramasına duyarlı, baş pozisyonundaki değişikliklere duyarlı tonik boyun ve vestibüler refleksler olarak adlandırılır. Bu durumda plastisite, bir eklemin tonik kas gerginliğinde bir fark olmadan farklı pozisyonları alabilme yeteneğini ifade eder. Uzatma reaksiyonu, kas uzaması sırasında kas aktivitesinde bir azalmayı içerir kısalma reaksiyonu, kas kısalması sırasında yani gerilme refleksinin işaretinin tersi olan kas aktivitesinde bir artışı içerir (67).

2.3.2 Nöral Yapılar

Somatosensör, görsel ve vestibüler duyu gibi çok duyuşal bilgiler beyin çeşitli bölgelerine etki eder, böylece uyarlanabilir duruş-yürüyüş kontrolü elde edilebilir. Vücut segmentlerinin uygun hizalanması ve en uygun postural kas tonusunun eşlik ettiği baş göz koordinasyonu da dahil olmak üzere postural reflekslerle ilişkili sabit durum basamak hareketleri olan yürüyüş otomatik süreci, beyin sapından omuriliğe inen yollar tarafından kontrol edilir (68).

Özellikle mezopontine tegmentum ve spinal lokomotor ağının lateral kısmından kaynaklanan retikülospinal yollar bu sürece katkıda bulunur. Öte yandan, yabancı koşullarda yürümek, beden şeması ve uzayda vücut hareketi gibi öz beden bilgilerine bağlı olan postural kontrolün bilişsel sürecini gerektirir. Bilişsel bilgiler temporoparietal ilişki korteksinde üretilir ve dikey duruşun ve motor programlarının yapımının beslenmesi için temeldir. Motor kortikal alanlardaki programlar, hedefe yönelik hareketlerin eldesi için en uygun olan beklentisel postural ayarlamayı yürütmek için çalışır. Bazal gangliyon ve serebellum, sırasıyla beyin sapı ve serebral korteks ile karşılıklı bağlantılar yoluyla duruş kontrolünün hem otomatik hem de bilişsel süreçlerini etkileyebilir. Sonuç olarak, serebral korteks, bazal gangliyon ve serebellumdaki hasarlar nedeniyle bilişsel işlevdeki bozukluklar duruş-yürüyüş kontrolünü bozabilir ve bu da düşmeye neden olabilir (68,69).

Gönüllü hareketler, beyin korteksinden beyin sapına ve omuriliğe kadar kasıtlı olarak ortaya çıkan motor komutlardan türetilir (70).

Genellikle retikülospinal sistemin kas tonusunun seviyesinin düzenlenmesine katkıda bulunduğu kabul edilir. Postural kas tonunun kontrolü ile ilgili olarak pontomedüller retiküler formasyonda fonksiyonel bir organizasyon olabilir (71).

Serebellum, sırasıyla talamokortik projeksiyon yoluyla ve beyin sapı üzerinde serebral kortekse etki ederek duruş-yürüyüş kontrolünün bilişsel ve otomatik süreçlerini düzenler. Hem kortiko-ponto-serebellar patika yoluyla serebral korteksten gelen besleme bilgileri hem de beyinciklere giden spinoserebellar sistem üzerinden gerçek zamanlı

duyusal geri bildirim bu operasyonlarda büyük roller oynayabilir. Bazal gangliyon, gama-aminobütirik asit serebral korteks ve beyin sapına olan alerjik projeksiyonlarına rağmen her işlemin modülasyonuna da katkıda bulunabilir (72,73). Bazal gangliyondan gabaerjik etki derecesi orta beyin dopaminerjik nöronlar tarafından düzenlenir (74).

2.3.3 Duyusal Mekanizmalar

Görsel, proprioseptif ve vestibüler sistemler açıkça postüral kontrole katkıda bulunur çünkü çok sayıda çalışma görsel uyarının olduğunu göstermiştir. Proprioseptif ve vestibüler sistemler vücut sallanmasını uyandırır (75,76).

Genel olarak, ayakta dik duruş dengesizdir, öncelikle görsel, vestibüler ve proprioseptif duyu sistemleri tarafından tespit edilen vücut sallanma hareketine dayalı uygun bir düzeltici tork üreten geri bildirim mekanizmaları ile elde edildiği kabul edilir. Çeşitli duylardan gelen oryantasyon bilgileri her zaman mevcut olmadığından (gözler kapalı) veya doğru olmadığından (uyumlu destek yüzeyi), postüral kontrol sistemi çok çeşitli çevresel koşullarda duruşu korumak için bir şekilde ayarlanmalıdır (77,78).

Bununla birlikte, farklı duyu sistemlerinden çelişkili veya yanlış yönelim bilgisi olduğunda, bu duylardan gelen bilgilerin nasıl işlendiği ve uygun düzeltici torku oluşturmak için nasıl birleştirildiği hakkında çok az şey bilinmektedir. Olasılıklardan biri, duyusal ipuçlarının esasen doğrusal bir şekilde birleştirilmesidir. Yani, her bir duyu sistemi, vücut yöneliminde bazı referans konumlarından sapmayı gösteren bir "hata" tespit eder. Vestibüler duysal ipuçları, baş yöneliminin yer-dikeyden (yerçekimi) sapmalarını algılar, görsel sensörler görsel dünyaya göre baş yönelimini algılar ve proprioseptörler, destek yüzeyine göre bacak yönünü algılar. Münferit hata sinyalleri toplanır ve merkezi sinir sistemine bu toplanan sinyalin bir fonksiyonu olarak uygun düzeltici tork üretilir (79,80).

Yetenekli duruş-yürüyüş kontrolü, vücudun uzayda yönelim ve hareketinin yanı sıra hareket algısı ve nesnelerin ekstra kişisel alandaki mekânsal lokalizasyonu bilgilerine dayanarak elde edilebilir (81). Böyle bir bilgi, hem serebral kortekste hem de beyincikte meydana gelen vestibüler, somatosensör ve görsel duysal sinyallerin entegrasyonu ile sağlanır (82).

2.4 Serebral Palside Ortez Kullanımı

2.4.1 Serebral Palside Ortezin Amacı

Ortezler herhangi bir vücut bölümünü desteklemek, hareketini sağlamak veya hareketini kısıtlamak için dışarıdan uygulanan plastikten veya metalden üretilen cihazlardır. Ortezlerin genel kullanım amaçları şu şekilde özetlenebilir:

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

Bir ortez tasarlayabilmek için, kas-iskelet sistemi gelişiminin, tam gelişmemiş kas-iskelet sistemi üzerine etki eden iç ve dış güçlerin anlaşılması, bu kuvvetlerin nasıl değiştirilebileceğinin bilinmesi ve ortezin yararlı ve zararlı etkilerinin tanınması anahtar konulardır. SP'de en sık kullanılan ortezler alt ekstremitte ortezleridir (83). Orteze uyumu arttırmak için ortez kullanan birey ile birlikte hekim, fizyoterapist, ortez teknikeri ve ailenin de iş birliği içerisinde olması gerekmektedir (84).

2.4.2 Serebral Palside Kullanılan Alt Ekstremitte Ortezleri

Etkili bir yürüyüş SP'li çocuklar için önemli bir tedavi hedefidir, çünkü hareketlilik fonksiyonel bağımsızlık ve çocuğun topluma katılımı ile ilişkilidir (85). Ortezin yönetimi, yürüyüş ve duruşu etkileyen ve genellikle SP'li hastalar için oluşturulan genel bir rehabilitasyon programının bir parçasını oluşturan bir dizi durum için önemli ve yararlı bir tedavi seçeneğidir.

Yürüyüş parametrelerini iyileştirmek ve SP'li çocuklarda hareket modellerini normalleştirmek için çeşitli ortotik cihazlar kullanılmaktadır (86).

Alt Ekstremitte Ortezleri Sınıflandırılması.

1. Ayak ortezleri (FO)

- ✓ İnfamalleoler ayak ortezleri
 - ✓ UCBL
- ✓ Supramalleoler ayak ortezleri
 - ✓ Supramalleoler ortez (SMO)
- ✓ Dinamik AFO (DAFO)

2. Ayak-ayak bileği ortezleri (AFO)

- ✓ Sabit AFO (SAFO)
- ✓ Eklemli veya menteşeli AFO (HAFO)
- ✓ Refleks AFO (PLSO)
- ✓ Yer tepkimesi AFO (GRAFO)

3. Diz-ayak-ayak bileği ortezleri (KAFO)

4. Kalça-diz-ayak-ayak bileği ortezleri (HKAFO)

SP tedavisinde en sık kullanılan ortezler ayak-ayak bileği ortezleri (AFO) dir (87). SP'li çocuklarda yürüyüşü iyileştirmek için ortezlerin doğru kullanımı ile ilgili önemli tartışmalar ve karışıklıklar mevcuttur (88). Ortezler, iyileşme ve rehabilitasyon aşamalarında cerrahi bir prosedürün sonucunu korumak, kas-iskelet sistemi deformitelerinin büyüme ile gelişmesini veya kötüleşmesini önlemek ve yürüyüşü iyileştirmek için kullanılabilir. Amaç yürüyüşü iyileştirmek olduğunda, hekim yürüyüş sapmalarını ve ortezin gidereceği fonksiyonel eksiklikleri açıkça belirlemelidir. Ortotik müdahalenin sonucu mümkün olduğunca objektif olarak belgelenmelidir. Optimal klinik karar verme ve ardından gelen yürüyüş gelişimi, normal yürüyüş sırasında ayak ve ayak bileğinin biyomekanikleri, SP'li çocuklarda yürüyüş bozulmasının patofizyolojisi ve patomekanikleri ve çeşitli ortez türlerinin biyomekanik özellikleri hakkında bir anlayışa sahip olduğunda ortaya çıkar (89).

Klinik uygulamalarda çok çeşitli AFO'lar kullanılır; tasarımları ve kullanılan malzemeleri ile karakterize edilirler, farklı sertlik seviyeleri ve kalınlıklarıyla ayak bileği kontrolü sağlarlar (90).

AFO'lar SP'li olan çocukların yürüyüş verimliliğini artırmak ve yürüyüş kinetiği ve kinematik üzerinde olumlu bir etki sağlamak için tasarlanmıştır. Ayrıca yürüyüşün enerji harcamasını azaltmak ve fonksiyonel becerilerin elde edilmesine yardımcı olmak için tasarlanmıştır (91,92).

Yürüyüş üzerindeki bu olumlu etkilerin yanında artan aktif ayak bileği hareket aralığı ve maksimum diz uzatma, adım uzunluğu ve yürüme hızı üzerine olumlu etkilerinin olduğu bilinmektedir (93,95).

1. Ayak Ortezleri

✓ İnfamalleoler Ayak Ortezleri

UCBL (University of California Biomechanics Laboratory)

Kaliforniya Üniversitesi Biyomekanik Laboratuvarı (UCBL) tarafından geliştirilen ayak ortezi, ayağın plantar yüzeyi ile temas eder. Bu ortez düşük medial ve lateral kesim çizgisine sahiptir. Orta ayağın medial longitudinal arkına destek sağlayarak ayak segmental hizalamasını kontrol etmek için tasarlanmıştır (96) (Şekil: 2.4.2.1).



Şekil 2.4.2.1: UCBL (University of California Biomechanics Laboratory)

✓ **Supramalleolar Ayak Ortezleri**

Supramalleolar Ortez (SMO)

Supramalleolar ortez, ayağın plantar yüzeyi ile medial ve lateral malleol üzerine kadar uzanan kesim çizgileri ile temas etmek için tasarlanmıştır. Bu ortez, arka ayağı yakalayarak ve kontrol ederek ayak segmental hizalamasını iyileştirmek için tasarlanmıştır(88.89). Segmentler arasında normal kavramaya sahip esnek ayakta, orta ve ön ayak hizalamasını da iyileştirilecektir. Ortezin proksimal trim çizgileri ayak bileği dorsiflexion ve plantar fleksiyonu kısıtlamamak için bulunur. Supramalleolar ortez, aşırı spastisitesi olmayan hastalarda hafif ve pasif olarak düzeltilebilir ayak deformitelerini tedavi etmek için kullanılır. Bu ortez, duruş aşamasında ayağın aşırı supinasyon ve pronasyon deformitelerini kontrol etmek için önerilir (96) (Şekil: 2.4.2.2).



Şekil 2.4.2.2: SMO (Supramalleolar Ortez)

✓ **Dinamik AFO (DAFO)**

1989 yılında Nancy Hylton tarafından literatüre kazandırılmış dinamik ayak-ayak bileği ortezi (DAFO), supramalleolar bir ortezdir. Kişiye özel olarak oluşturulmuş tabanlılığı, ince ve esnek yapısı sayesinde ayağın dinamik arklarına destek ve stabilizasyon sağlar (97,98). Hylton DAFO'yu supramalleolar ortez olarak adlandırmasına rağmen, aşırı plantar fleksiyonu limitler ve talokrural eklemi kontrol eder.

Bu yüzden ayak-ayak bileği ortezi olarak düşünülebilir. Belli derecelerde ayak bileği inversiyon, eversiyon, plantar fleksiyon ve dorsi fleksiyona izin verdiği için DAFO olarak adlandırılır (99) (Şekil: 2.4.2.3).



Şekil 2.4.2.3: Dinamik Afo (DAFO)

2. Ayak-ayak bileği ortezi (AFO)

✓ Sabit AFO (SAFO)

SP’de AFO’ların kullanımı alt ekstremitte biyomekaniğinde ve ayak-ayak bileğinin hizalanmasıyla beraber yürüyüş verimliliğini ve denge kontrolünü arttırmaktadır(100). SP’li çocukların genellikle gastroknemius-soleus kaslarında spastisite mevcuttur. AFO’lar, spastisiteyi kontrol ederek aşırı ayak bileği plantarını sınırlayarak ayağın ekinus pozisyonunu engellemektedir (101). Ekinus deformitesi SP’li çocuklarda en sık tanınan ayak bileği eklem malpozisyonudur (102).

AFO’lar yürüyüş sırasında hem duruş hem de salınım fazını kontrol eder. AFO hafif ve orta dereceli ekinoplanovalgus ve ekinokavovarus ayak ve ayak bileğinde yanlış hizalaması olan çocuklarda endikedir (103).

AFO, baldırın proksimal üçte birine veya üstüne uzanan bir arka trim çizgisi ile ayağın tüm plantar yönüyle temas etmek için tasarlanmıştır. Ortez, yükleme sırasında

deformasyona direnecek nispeten sert bir plastikten üretilmiştir. Ayak ve ayak plakasındaki trim çizgileri, ön ayak ve ayak hizalamasını karşılayacak veya düzeltecek şekilde değiştirilebilir. AFO, ayak bileğini dik açı pozisyonunda kilitlemek için tasarlanmıştır ve tibia kemiği segmenti ile ayak arasındaki ilişkiyi sert bir şekilde sabitler (104,105).

AFO'ların imalat sürecinde kullanılan çeşitli malzemelerin özelliklerini ve performans özelliklerinin bilinmesi gerekir. SP'li çocuklarda yürüyüşü geliştirmek için ortez kullanmada daha büyük başarıya sahip olacaktır. Ayak ve ayak bileği ortezleri çeşitli termoplastiklerden yapılır (104,105). Polipropilen, katı yapısal destek sağlayan nispeten sert bir plastiktir. Dayanıklısıdır, ancak kalıplamak diğer plastiklere göre daha zordur. Polipropilen, tonu önemli ölçüde artmış, daha büyük boyut ve ağırlığa sahip ve daha önemli miyostatik (sabit) kontritürü olan çocuklar için en uygun ortez malzemesidir (104,105).

Düşük yoğunluklu polietilen daha az sert, daha esnek ve kalıplamak daha kolaydır, bu da ayak ve ayak bileğinin tam veya dinamik bir şekilde oturmasını sağlar. Polietilen, daha az tonlu, daha küçük boyutlu ve daha hafif dinamik kontrnakürlere sahip çocuklar için en uygun ortez malzemesidir. Polipropilen ve polietilen karışımı olan koallymer, orta düzeyde yapısal sertlik ve kalıplanabilirlik gerektiğinde kullanılabilir. Termoplastik içine gömülü karbon fiber şeritler sertliği artırmak için kullanılabilir. Kemik çıkıntılarının belirginliklerinin fazla olduğu bölgeler polietilen köpük veya jel bazlı astarlarla yastıklanabilir (104,105). Tibia kemiği, ayak bileği ve ayak segmentleri, metal veya plastik tokalı elastik veya cırt cırt ve kayışlar, tokalar ortezin üzerine metal perçinlerle tutturulur (106) (Şekil: 2.4.2.4).



Şekil 2.4.2.4: Sabit AFO (SAFO)

✓ **Eklemlili veya Menteşeli AFO (HAFO)**

Eklemlili ayak bileği ortezi (HAFO) 'nin arka kısmı, hem gastrokinemius-soleus kasını hem malleolları içine alacak şekilde tasarlanmıştır. Ortezin tibia ve ayak kısımlarının tamamen ayrılmıştır. İki kısım, medial ve lateral malleollerin üzerine anatomik ayak bileği eklem merkezi seviyesinde yerleştirilen metal veya plastik menteşelerle bağlanır. HAFO, yürüyüş sırasında yükleme ile deformasyonu önlemek için daha sert bir plastikten yapılmıştır. Ortez, orta ve terminal duruşta ayak bileği dorsiflexion sağlarken salıncak fazında ve duruş sırasında aşırı ayak bileği plantar fleksiyonunu kontrol etmek için tasarlanmıştır. HAFO, yerden kalkmak, sandalyeden kalkmak ve merdiven çıkmak gibi ayak bileği dorsiflexion gerektiren diğer aktiviteleri de kolaylaştırır (104,105) (Şekil: 2.4.2.5).



Şekil 2.4.2.5: Eklemlili veya Menteşeli AFO (HAFO)

✓ **Refleks AFO (PLSO)**

Posterior yaprak yay ortezi (PLSO), ayağın plantar yönüyle temas edecek şekilde tasarlanmıştır, arka kesim çizgisi baldırın proksimal üçte birine kadar uzanır. Arka kısmı kaval kemiği segmentinin distal üçte birinden arka ayağın proksimal marjına kadar daraltılır, böylece ortezin bükülmesine ve ayak bileği dorsi fleksiyonuna uyum sağlamasına izin verir. Distal medial kesimi ön ayağı içerebilir. PLSO salıncak fazında

aşırı ayak bileği plantar fleksiyonunu kontrol etmek, ikinci rocker sırasında ayak bileği dorsiflexion'un ortasında olmasına izin vermek ve terminal duruşu ve ön salıncakta dinamik yay benzeri bir etki sağlayarak üçüncü rocker'ı güçlendirmek için tasarlanmıştır. Daha kısıtlayıcı ortezlere göre PLSO, yerden kalkmak, sandalyeden inmek ve merdiven çıkmak gibi ayak bileği dorsiflexion gerektiren diğer aktiviteleri kolaylaştırır (104,105) (Şekil: 2.4.2.6).



Şekil 2.4.2.6: Refleks AFO (PLSO)

✓ Yer tepkimesi AFO (GRAFO)

Zemin reaksiyonlu ayak bileği-ayak ortezi (GRAFO), ayağın tüm plantar yönüyle temas edecek şekilde tasarlanmıştır. Tibia kemiği segmentinin proksimal üçte birine kadar uzanan bir ön yüksekliğe sahiptir. Ortez, yüklemdeki deformasyona karşı koymak için nispeten sert bir plastikten imal edilir. GRAFO ayak bileğini kilitlemek ve ayak bileği dorsi fleksiyona maksimum direnç sağlamak için tasarlanmıştır (104,105). Nicel yürüyüş analizi çalışmaları, GRAFO'nun orta (ikinci rocker) aşırı ayak bileği dorsi fleksiyonunu kontrol etmede ve azalan ayak bileği plantar fleksiyonu ile diz uzatma çifti sonucu ortaya çıkan ilişkili diz hiper fleksiyonunun düzeltilmesinde etkili olduğunu göstermektedir. GRAFO, SP'li çocuklarda yürüyüşü iyileştirmek için kullanılan en kısıtlayıcı ortezdir (107) (Şekil: 2.4.2.7).



Şekil 2.4.2.7: Yer tepkimesi AFO (GRAFO)

3. Diz-Ayak-Ayak Bileği Ortezleri (KAFO)

SP'de diz-ayak bileği-ayak ortezleri (KAFO'lar) hamstringlerin ve gastrokinemius'un kas-iskelet uzunluğunu korumak ve diz fleksiyon kontraktürlerinin gelişmesini önlemek için istirahatte kullanılabilir. KAFO'lar geçmişte yürüme fonksiyonuna yardımcı olmak için daha yaygın olarak kullanılmıştır. Hantaldırlar ve yürümenin enerji maliyetini artırdıkları gösterilmiştir (108) (Şekil: 2.4.2.8).



Şekil 2.4.2.8: Diz-Ayak-Ayak Bileği Ortezleri (KAFO)

4. Kalça-Diz-Ayak-Ayak Bileği Ortezleri (HKAFO)

HKAFO, en az bir diz-ayak bileği-ayak ortezine bağlı pelvik bir bant gerektirir. Genellikle cihaz kalça ve diz eklemine serbest veya kilitlenme seçeneği ile üretilir. Daha fazla konumlandırma seçeneğine sahip olmak, hastanın ayakta durma ve mobilizasyon ihtiyaçlarına bağlı olarak, özellikle hedeflerden biri kalça, diz ve ayak bileklerindeki kontraktürün önlenmesi olduğunda önemli olabilir. Bazı bireylerde her iki tarafta da eşit nörolojik düzeyde motor zayıflık olmayabilir ve bu hastalar bir ekstremiteye HKAFO diğer ekstremiteye farklı bir ortezden yararlanabilirler (109).

Bazı HKAFO'lar hala metal ve deriden yapılmış olsa da, güncel tasarımların çoğu bir ayakkabının içine sığacak şekilde tasarlanmış ve metal eklemlere sahip termoplastik veya lamine karbon fiberden yapılmıştır. Deri veya metal ortezlerle karşılaştırıldığında, plastik ve karbon fiber cihazlar daha fazla destek sunar, ağırlık olarak daha hafiftir, kuvvetleri daha geniş bir alana dağıtır, bireyin farklı ayakkabı giymesine izin verir ve kozmetik olarak daha güzeldir (110) (Şekil: 2.4.2.9).



Şekil 2.4.2.9: Kalça-Diz-Ayak-Ayak Bileği Ortezleri (HKAFO)

2.4.3 Serebral Palside Kullanılan Ortezlerin Dengeye Etkileri

İnsanın ayakta dik duruş dengesi doğası gereği dengesizdir. Mükemmel bir dik duruş vücut konumundan küçük sapmaları azaltmak için, proprioseptif, vestibüler ve görsel sistemlerden gelen bilgiler birleştirilir (111,112). Bu duyuşal sinyaller, dik durma pozisyonunu korumak için güvenilirliklerine ve özgüllüklerine göre sürekli olarak yeniden konumlandırılıp değerlendirilir (113,114).

Dengeyi etkileyen temel faktörler; yerçekimi merkezinin yeri, , stabilite sınırı, çevresel durumlar, destek yüzeyi, amaç ve yapmak istenilen iştir (115). Vücut kütle merkezi (CoM), vücuda etki eden tüm kuvvetlerin sıfıra eşit olduğu yer olup, normal bir kişide ayakta durma sırasında ikinci sakral vertebranın hafifçe önündedir. Gövdenin, başın ve ekstremitelerin hareketi ile sürekli yer değiştirir. Destek yüzeyi, vücut ağırlığı ve yerçekiminin etkisi ile oluşan basıncın taşındığı vücut yüzeyidir. Ayakta durma sırasında destek yüzeyi ayaklar, oturmada uyluklar ve kalçalardır (116,117). Ayrıca, denge kontrolü esas olarak ayak bileği propriyosepsiyona dayanır ve katkısı denge kontrolünün% 60'ından fazlasını temsil eder (118,119).

SP'de spastisite, kas güçsüzlüğü, postural kontrolün bozulması ve seçici motor kontrol bozukluğu beyin hasarının başlıca belirtilerinden bazılarıdır (120). Sonuç olarak, SP'li çocuklar kas kontraktürleri, iskelet deformiteleri, kalça çıkığı ve skolyoz gibi ikincil komplikasyonlar geliştirme riski altındadır (121). SP'li çocukların üçte ikisi yürüme yardımcılarıyla yürür (122,123). Bununla birlikte, SP'li çocuklar genellikle SP olmayan akranlarından daha geç yürümeye başlar, daha yavaş bir hızda ve daha yüksek bir enerji maliyetiyle yürürler (124).

Ortezlerin etkisi için sağlam bir kanıt olmamasına rağmen SP'li çocukların yönetiminde yaygın olarak kullanılmaktadır (125,126). Ayak bileği-ayak ortezi (AFO) alt ekstremitede en sık kullanılan ortez türüdür. AFO'lar iki ana sebepten dolayı tasarlanmıştır; fonksiyonu iyileştirmek (yürüyüş ve denge) ve vücut yapısını etkilemek için (yani kontraktürleri önlemek veya tedavi etmek için). AFO'ların yürüme hızını artırdığı ve SP'li çocuklarda enerji maliyetini azalttığı bulunmuştur (127).

Berg denge testinde AFO'ların kullanımını statik postürel stabiliteyi geliştirdiği görülmüştür (128).

2.5 Serebral Palside Yürüyüş

2.5.1 Serebral Palside Patolojik Yürüyüş'ün Nedenleri

SP'li bir çocukta, hasar gören merkezi kontrol sistemidir. Nörolojik lezyon farklı ton anormallikleri (spastik, athetoid veya karışık) üretebilir. Saf spastisiteye sahip bir hastada, sadece kortikospinal sistem zarar görür, athetoid SP'de sadece bazal gangliyon veya bağlantı yolları söz konusudur ve karışık bir düzende, her iki sistem de yaralanır.

SP'nin etkilerinin çevrede, yani ekstremitelerin kaslarında ve kemiklerinde kolayca belirgin olmasına rağmen, hasar gören sadece merkezi sinir sistemidir. Ekstremitelerin kas ve kemiklerinde meydana gelen uzunluk veya yapı değişiklikleri merkezi sinir sistemi lezyonuna bağlı eşlik eden ikincil problemlerdir. SP'li bir bireyde, birincil yaralanma (doğrudan merkezi kontrol sistemine verilen hasara bağlı semptomatoloji) aşağıdaki birincil anormalliklerin bir kısmını veya tamamına sebep olmaktadır (129).

- ✓ Seçici kas kontrolünün kaybı,
- ✓ Ambülasyon için ilkel refleks kalıplarına bağımlılık
- ✓ Anormal kas tonusu
- ✓ Kas agonistleri ve antagonistler arasındaki göreceli dengesizlik,
- ✓ Eksik denge reaksiyonları (129).

2.5.2 Serebral Palside Patolojik Yürüyüş

SP nörogelişimsel bozukluğu çeşitli sekonder kas-iskelet sistemi semptomlarına ve şekil bozukluklarına yol açan karmaşık ve heterojen bir hastalıktır (130,131). Özellikle, tek taraflı SP'de, diplejik veya kuadriplejik SP dışında, yürüyüş desenleri yürüme hızına ve asimetrinin boyutuna bağlı olabilir (131). Tedavi önerilerini ve karar vermeyi basitleştirmek için geçmişte farklı sınıflandırma sistemleri (morfolojik ve fonksiyonel) geliştirilmiştir (132,133).

Bu sınıflandırma sistemlerinin çoğu, yürüme patolojisini veya fonksiyonel bozukluğu, bozukluğun derecesini ve gerçek nicel sapmayı (tipik olarak gelişmekte olan bireylerin normal yürüyüşüne kıyasla) dikkate almadan esas olarak nitel düzeyde tasvir edilmektedir (134). SP'li çocuklarda yürüme problemlerinin tedavisinde son 20 yılda çok büyük ilerlemeler kaydedildi. Bunun nedeni, modern teknoloji olmadan müdahalelerin

faydalarını veya zararlarını değerlendirmenin çok zor olmasıydı (135). Günümüzde yürüyüş analiz laboratuvarları, fonksiyonel değerlendirme ölçekleri, hasta memnuniyeti anketleri ve enerji maliyet analizi ile tedavi müdahalelerinin sonuçlarını daha hassas bir şekilde değerlendirilebilmektedir (136).

Spastik hemiplejik SP'de en az 4 patolojik yürüyüş türü vardır ve motor tutulum çoğunlukla distaldir (137,138).

Bu yürüyüş türleri şunlardır:

✓ **Tip 1 Yürüyüş**

Bu durumda, aktif ayak bileği dorsi fleksiyon kas hipotonisi nedeniyle mümkün değildir (tibialis anterior zayıflığı). Plantar fleksiyon normaldir, ancak salınım aşamasında daha belirgin olan dorsi fleksiyon oluşmaz. Bu tip yürüyüş SP'de nadir görülen bir yürüyüş türüdür. Tedavi ise; fizik tedavi ve ayak bileği ayak ortezi (AFO) kullanımı ile düşük ayak kontrol altına alınmalıdır (139).

5° dorsi fleksiyon'da plantar fleksiyonu sınırlayan bir AFO şayet genu recurvatum varsa, duruş aşamasının başlangıcında bir bükülme momenti yaratacaktır, bu da hiper ekstansiyonu engellemekte yardımcı olacaktır (140).

✓ **Tip 2A Yürüyüş**

Ayak ekin pozisyonundadır, gastrosoleus ve tibialis posterior spastisitesi nedeniyle; diz nötr pozisyonda ve kalça ekstansiyondadır. Yürüyüş analizinde, yer temasında ekin ayak pozisyonu ve diz fleksiyonu görülmektedir. Tedavi tıpkı tip 2B'de olduğu gibi karmaşıktır (141).

✓ **Tip 2B yürüyüş**

Ayak ekin pozisyonunda ve diz genurekurvatumda kalça ekstansiyondadır. Tip 2A ve 2B spastik hemiplejik SP'li çocukların %75'inde görülür. Tedavi karmaşıktır fizik tedaviyi, botulinum toksin tip A enjeksiyonu ve bir AFO kullanarak birleştirir (141). Bazı durumlarda ameliyat aşil tendonu uzamasına göre endikedir. Botulinum toksin enjeksiyonu 3-4 ay süreyle spastisite kontrolü sağlar. Şiddetli kontraktürler için sıklıkla tenotomiler kullanılır. Kas anatomik olarak uzar ve gerginlik azalır (142).

✓ **Tip 3 Yürüyüş**

Tip 2 ile aynı deformiteler, ayrıca hamstring ve rectus femoris spastisitesi vardır. Tedavi daha karmaşıktır ve şunları içerir: hamstring, gastrosoleus ve rektus femoris'e botulinum toksin enjeksiyonu, cerrahi (Aşil tendonu uzatma, grasilis veya semitendinos'a rektus femoris transferi ile uzayan medial hamstringler), fizik tedavi ve AFO kullanımı (143).

✓ **Tip 4 Yürüyüş**

Bu tip nadirdir, spastik hemiplejili çocukların % 5'inde görülür. Bu durumda, çocuk gastrosoleus, hamstring, rektus femoris, psoas ve kalça addüktörlerinde spastisiteye sahiptir. Kalça fleksiyon, adduksiyon ve iç rotasyonda, diz fleksiyonda ve ayak ekin pozisyonundadır. Tedavi yönetimi ayrıca çok düzeyli botulinum toksin enjeksiyonları, cerrahi tenotomiler, fizik tedavi ve AFO kullanımını içerir (143).

Spastik hemiplejik SP'de olduğu gibi, spastik paraplejide de çeşitli yürüyüş çeşitleri vardır:

✓ **Gerçek Ekin Yürüyüşü**

Bu yürüyüşte, hasta parmak uçlarında yürür. Gastrokinemius ve soleus spastisitesinden kaynaklanmaktadır. Genu rekurvatum eklenirse, çocuk tüm ayağını yere koyduğu izlenimini verebilir (143).

✓ **Sıçrama Yürüyüşü**

Önceki yürüyüşe kıyasla, bu tür yürüyüşte gastrokinemius ve soleus kası spastisitesine hamstring ve psoas eklenir. Çocuk ekin ayak, diz fleksiyonu ve kalça fleksiyonuna sahiptir, bu nedenle yürüyüş zıplayan bir görünüme sahiptir (143).

✓ **Görünüşte Ekin Yürüyüşü**

Çocuk büyüdükçe ekin ayağı çok belirgin değildir, ancak kalça fleksiyonu ve diz fleksiyonu daha şiddetli hale gelir (144).

✓ **Bükük Diz Yürüyüşü (crouch gait)**

Kalça fleksiyonu ve diz fleksiyonu ayak bileğinde aşırı dorsi fleksiyonu ile tanımlanır. Cerrahi tedavi tenotomi, hamstring, kalça fleksörleri ve addüktörlerin transferini içerir. Ameliyattan sonra, hareketsizleştirme dönemi vardır ve bundan sonra çocuk fizik tedavi ve

ortez ile desteklenmelidir (144). Aşırı diz fleksiyon ile yürüyen çocuklar için, Zemin Reaksiyon Ortezleri (GRAFO) yaygın olarak reçete edilir (145).

✓ **Sert Diz Yürüyüşü (stiff knee gait)**

Sert diz yürüyüşü, diplejik SP'li hastalarda yaygındır ve yürüyüş sırasında salınım fazında hamstring ve kuadriseps kaslarındaki yürüyüşün tepe diz fleksiyonunun azalmasıyla sert diz yürüyüşü görülür (146).

✓ **Makaslama Yürüyüşü (scissor gait)**

Kalça abduktör kas güçsüzlüğü, addüktör artmış spastisitesi veya kontraktürü ve karşı ekstremitte kalça eklemi abduksiyon kontraktürü sonucu kalça ekleminde artmış adduksiyon görülür. Bu gibi durumlarda ekstremitenin öne doğru ilerlemesi güçleşir. Tüm ekstremitte mediyale kayar ve eğer etkilenen ekstremitte karşı ekstremitenin önüne geçerse “makaslama” yürüyüşü gözlenir (147).

✓ **Genu Rekurvatum Yürüyüşü**

SP'li bireylerde, duruş fazında dizde hiperekstansiyon sıklıkla görülen deformitelerden birisidir. Triseps surae kasındaki spastisite veya zayıflık, aşıl tendonunda kontraktür, kuadriseps kasındaki spastisite ile birlikte gövdenin öne eğilmesi, proksimal tibida görülen deformiteler, dizdeki ligamentöz veya kapsüller laksite, hamstring grubu kaslardaki zayıflık veya bazen hamstringlerin distal uzatılması rekurvatumun nedenleri arasında sayılabilir (148). Dizde görülen rekurvatum eksternal, ekstansör moment yaratarak kapsüller ve ligamentöz yapıların yaralanmasına neden olur. Büyüme sırasında kontrol altına alınmayan rekurvatum zaman içerisinde instabiliteye neden olur (148,149).

2.6 Serebral Palside Postürün Değerlendirilme Yöntemleri

2.6.1 Yüzeysel Topografik Ölçümler

SP'de değerlendirme tetkiklerinde genellikle standart bir görüntüleme yapılmaktadır. Tanı ve eğriliğin takibi için ayakta çekilen vertebral kolon radyografileri kullanılmaktadır (150,151).

Radyografik görüntüler, sağlık uzmanlarının hem koronal hem de sagittal düzlemlerdeki deformitenin boyutlarını değerlendirmesine ve Cobb açısının ölçülmesine, eğriliğin tipinin belirlenmesine olanak tanımaktadır (150,151).

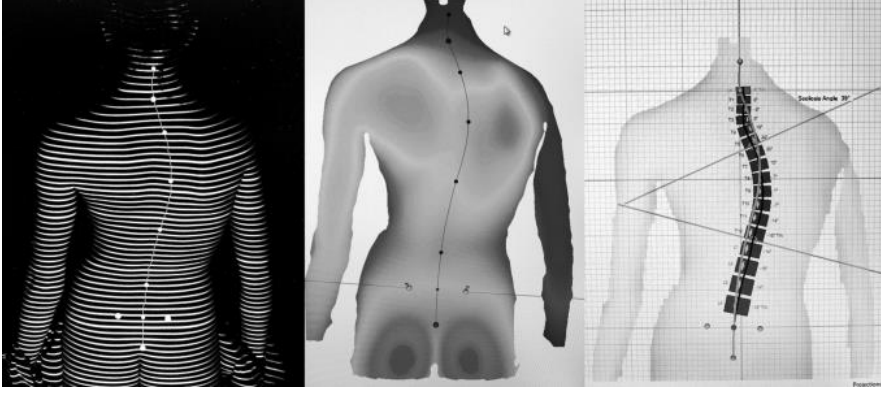
Özellikle genç hastalarda radyografilerin dezavantajı, iyonlaştırıcı radyasyona tekrar tekrar maruz kalmaları sonucunda hayatlarının ilerleyen dönemlerinde malignite riskinde önemli bir artış sebebiyet vermektedir (152,153). Örneğin göreceli meme kanseri riski, bu hastalarda yaklaşık 4 kat daha fazladır (154). Nash ve arkadaşları, 1970'lerin sonlarında, skolyozu olan ortalama bir genç kızın üç yıl boyunca 22 radyografi çektiğini bildirdi (155). Standart röntgenler için radyasyon dozu yıllar içinde önemli ölçüde iyileşmiştir. Ancak omurgayı görüntülemenin ve omurga deformitesini tahmin etmenin radyografik olmayan yolları hala çok önemlidir. Hiçbir hasta röntgen ışınlarından tamamen kaçınmazken, mümkün olduğunca radyasyona maruz kalmayı azaltmak için çaba gösterilmelidir (156). Yüzey topografyası, 1980'lerin sonunda gövde rotasyonunu ölçmek için Skolyometrenin kullanılmasından başlayarak, uzun yıllardır bu amaçla kullanılmaktadır (157). Yüzey topografyasını kullanan birçok sistem o zamandan beri geliştirildi, ancak henüz yaygın olarak kabul görmüş bir sistem mevcut değildir.

Yüzey topografyası sisteminde yapılan çalışmalarda, yeni bir yüzey topografyası sistemini test etmek, güvenilir ve tekrarlanabilir olup olmadığını belirlemek ve nihayetinde geleneksel radyografi ile elde edilenlerle güvenilir bir şekilde ilişkilendirilebilecek Cobb açılı ölçümleri üretip üretemeyeceğini değerlendirmektir (158,159). Diğer yüzey topografya sistemlerinde olduğu gibi, ayakta duran bir hastanın arkasına beyaz ışık şeritleri (tarama çizgileri) yansıtır ve yüzey asimetrisini saptamak ve kemikli noktaları tanımlamak için görüntünün dijital bir fotoğrafını çeker. Obez hastalarda dış belirteçler klinisyen tarafından deri altında hissedilen kemik çıkıntılarının üzerine yerleştirilir (158,159).

Cihaz daha sonra gözlemlenen yüzey topografyasını skolyozlu hastaların binlerce radyografik ve topografik ölçümlerini içeren veri tabanı üzerinden algoritma kullanarak hastanın omurgasını zararlı radyasyona maruz bırakmadan hızlı bir şekilde üç boyutlu bir temsilini oluşturur. Literatür incelendiğinde bu matematiksel modellerin doğruluğunun, daha güçlü bilgisayarlar ve daha karmaşık formüllerin kullanımıyla yıllar içinde arttığını göstermiştir (158,159).

Algoritma tarafından oluşturulan model daha sonra bir skolyoz eğrisinin Cobb açısını hesaplamak için kullanılabilir ve hasta, eğri ilerlemesi için bir gözetim yöntemi olarak zaman içinde tekrarlanan taramalardan geçebilir.

İdeal olarak, Formetric 4D cihazı eğri ilerlemesinin meydana geldiğini tahmin ettiğinde, değişikliği onaylamak için daha sonra bir radyografi çekilebilir (158,159).



Şekil 2.6.1.1 Formetric 4D cihazından topografik analiz ve yazılım çıktısı (158).



3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1 Bireyler

Bu çalışma, SP'li çocuklarda plastik ayak ayakbileği ortezlerinin (PAFO) gövde pozisyonu üzerine etkisinin araştırmak amacıyla yapıldı. Çalışmamızda SP'li çocuklarda yüzey topografisi değerlendirilmesinde yapılan ölçüm sonrası yazılım programının hesapladığı verilerden omurganın antero-posterior değişimi, mediolateral değişim, vertebral rotasyon miktarı parametreleri karşılaştırıldı.

Çalışmaya gönüllülük esasına göre katılım yapıldı. Çalışmaya başlamadan önce çocuğa ve aileye çalışma hakkında bilgi verildi. Çalışmaya katılan çocukların ailelerine rıza onam formu imzalatıldı.

Çalışma, Hasan Kalyoncu Üniversitesi Girişimsel Olmayan Etik Kurulu'nda 16.12.2020 tarihinde incelenerek etik açıdan uygun bulundu(Karar no: 2020/119). 16.12.2020/01.05.2021 tarihleri arasında çalışma tamamlandı.

Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri

- 4-16 yaş aralığında bulunmak
- Ortezli ve ortezsiz ayakta durabilen
- 105 cm boyun üzerinde olması

Araştırmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

- Çalışmaya ailesi/kendisi tarafından katılmayı kabul etmeyen
- Son 6 ayda Botox tedavisi almış olması
- Alt ekstremitte kas uzatma/gevşetme cerrahisi almış olmak
- DKÇ öyküsü olmak

Çalışmamıza dahil edilen 4-16 yaşları arasındaki SP'li çocuklar, yaş aralıkları göz önünde bulunarak GMFCS seviyelerine göre sınıflandırıldı.

Çalışmaya Özel Bilim Ortez Protez Yapım ve Uygulama Merkezine ortez uygulaması talebiyle başvurmuş ve ortez kullanan Dünya Sağlık Örgütüne göre Spastik Diplejik SP'li olarak tanımlanan 4-16 yaş aralığında kız ve erkek bireyler dahil edildi.

Çalışmamıza katılacak olan birey sayısı, power analizi yöntemiyle 11 kişi olarak belirlendi. 11 birey önce ortezsiz sonra ortezli değerlendirmeye alındı. Cihazın güvenilirliği ve öğrenilmiş kazanımların sonuçları etkilemesine engel olunmak için tekrarlı ölçümler yapıldı.

3.2 Yöntem

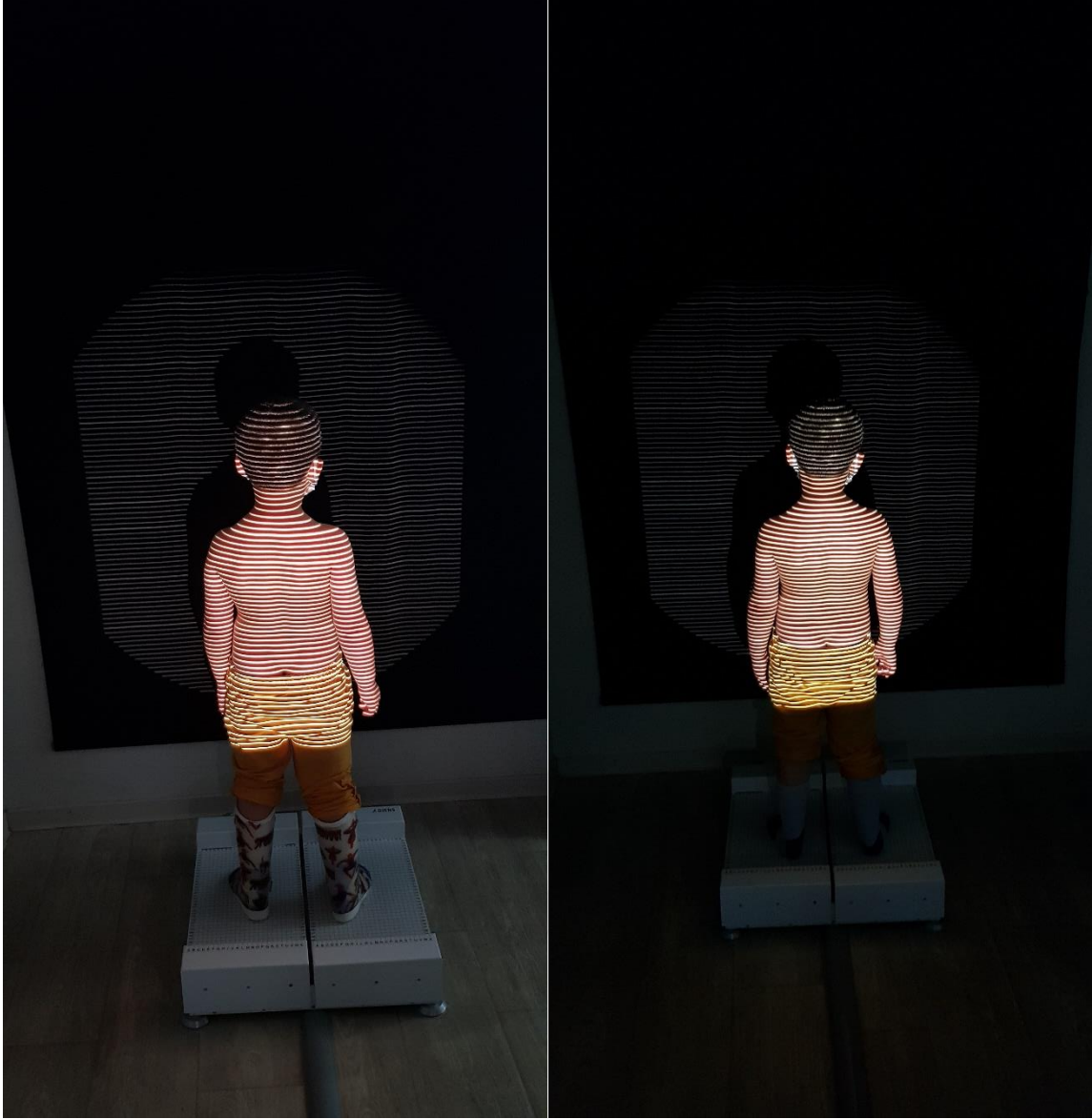
Çalışmaya alınan tüm bireylerin yaş, boy, kilo, demografik bilgileri kaydedildi ve ortez etkisinin incelenmesi için Formetrik 4D yüzey topografi analizleri ortezli ve ortez çıkarıldıktan sonra yapılan ölçümler ile tekrarlı olacak şekilde değerlendirildi.

3.2.1 Demografik Bilgiler

Çocukların demografik bilgileri ad, soyad, cinsiyet, yaş, boy, kilo, klinik tip, ekstremitte tutulumu, kardeş sayısı, kaçınıcı çocuk olduğu, özürlü kardeş varlığı, özgeçmiş, soygeçmiş, yardımcı cihaz kullanımı, operasyon geçmişi gibi bilgileri form oluşturularak kaydedildi.

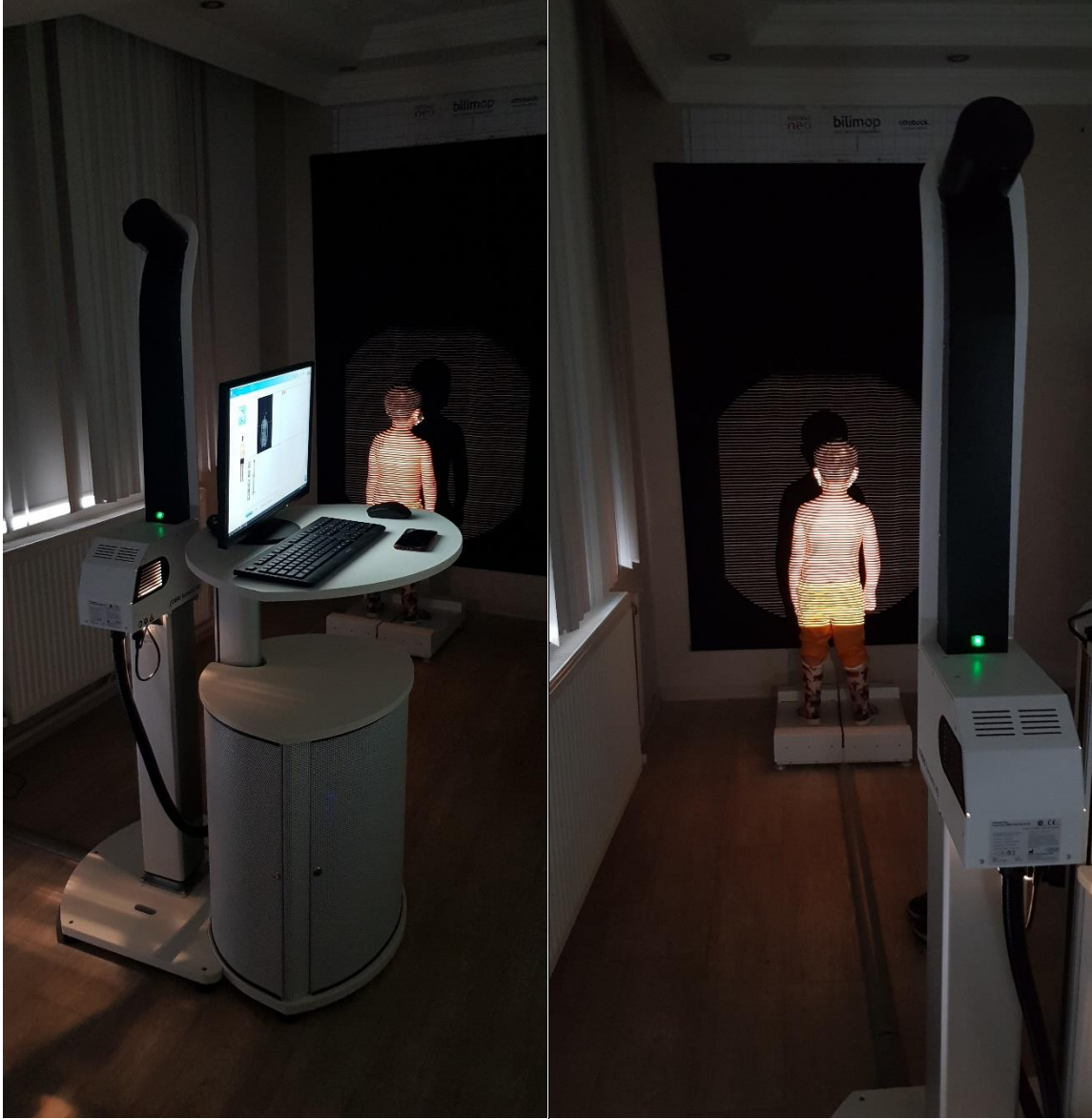
3.2.2 DIERS 4D Yüzey Topografisi Ölçümü

Bireylerin ortezsiz yüzey topografisi ölçümü sırasında ayakta arkasına beyaz ışık şeritleri (raster çizgileri) yansıtıldı. Kesin yüzey asimetrisini değerlendirmek ve kemik çıkıntılarını tanımlamak için görüntünün dijital bir fotoğrafı çekildi. Görüntüleme sırasında Formetric 4D (Diers International GmbH, Schlangenbad, Germany) cihazı hastaları 6 saniyelik bir aralıkta ölçtü ve saniyede 2 resim çekti (Şekil 3.2.2.1).



Şekil 3.2.2.1 Formetric 4D Cihazı ile Ortezli ve Orteilsiz Analizi

Bireylerin ortezli ve ortezlerini çıkardıktan sonraki yüzey topografisi ölçümleri, Formetric 4D (Diers International GmbH, Schlangenbad, Germany) cihazı ve yazılım programın kayıtlı olduğu ve verilerin depolandığı bir bilgisayara sahip skolyoz laboratuvarında yapıldı. (Şekil 3.2.2.2).



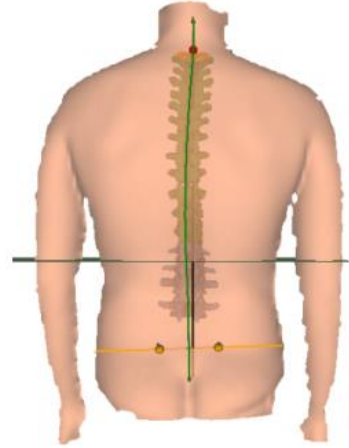
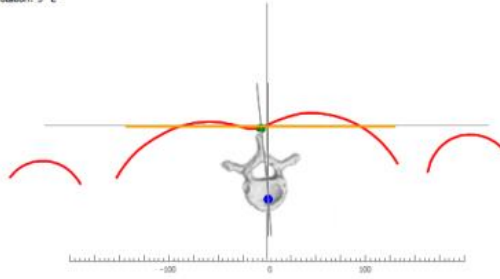
Şekil 3.2.2.2 Formetric 4D Skolyoz Analiz Labratuarı

Formetrik Postür Analizi

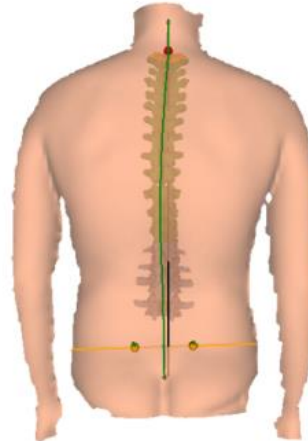
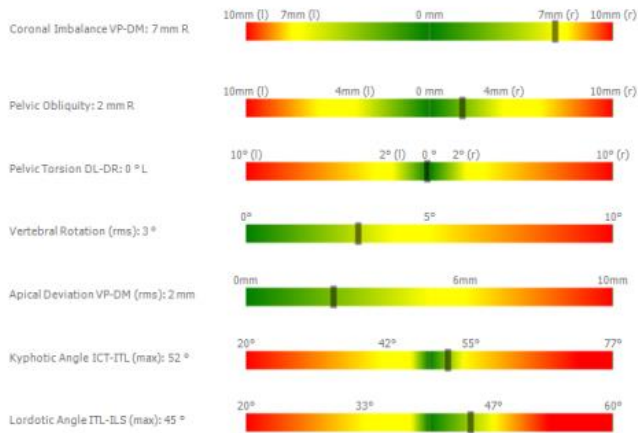
Bireylere yapılan ortezli ve ortezleri çıkarıldıktan sonra yapılan topografik ölçümlerin ve verilerin değerlendirilmesi için Formetric 4D (Diers International GmbH, Schlangenbad, Germany) cihazının yazılım programı kullanıldı. (Şekil 3.2.2.3, 3.2.2.4, 3.2.2.5, 3.2.2.6)

Sagittal Imbalance VP-DM	0 ° R	Vertebral Rotation (rms)	3 °
Coronal Imbalance VP-DM	7 mm R	Vertebral Rotation(+max)	1 ° R (~C7)
Pelvic Obliquity	2 mm R	Vertebral Rotation(-max)	7 ° L (~T12)
Pelvic Torsion DL-DR	0 °	Vertebral Rotation (Amplitude)	8 °
Pelvis Rotation	0 °	Apical Deviation VP-DM (rms)	2 mm
Kyphotic Angle ICT-ITL (max)	52 °	Apical Deviation VP-DM (+max)	1 mm R (~L1)
Lordotic Angle ITL-ILS (max)	45 °	Apical Deviation VP-DM (-max)	5 mm L (~T7)
		Apical Deviation VP-DM (Amplitude)	6 mm

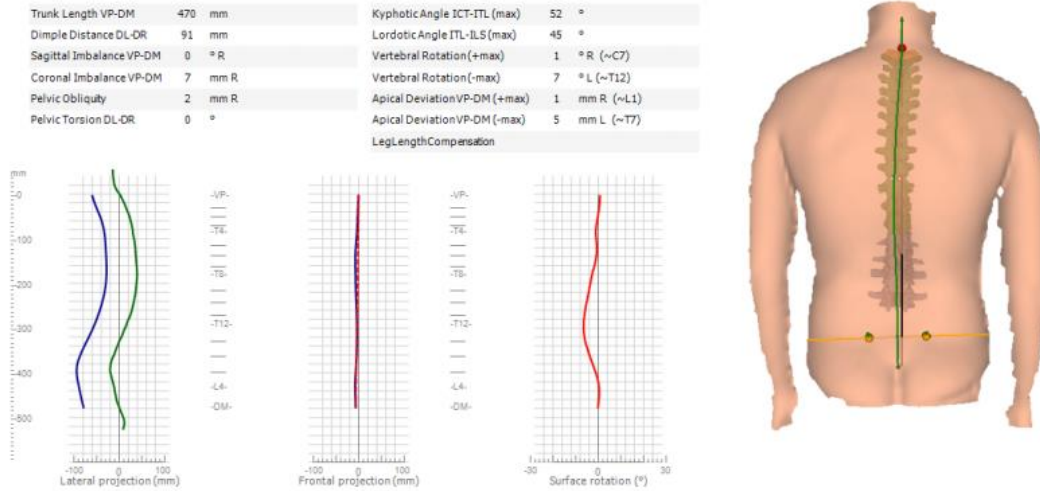
Slice: Distance to VP (~L2): 234 mm
 Slice: Surface rotation: 5° L



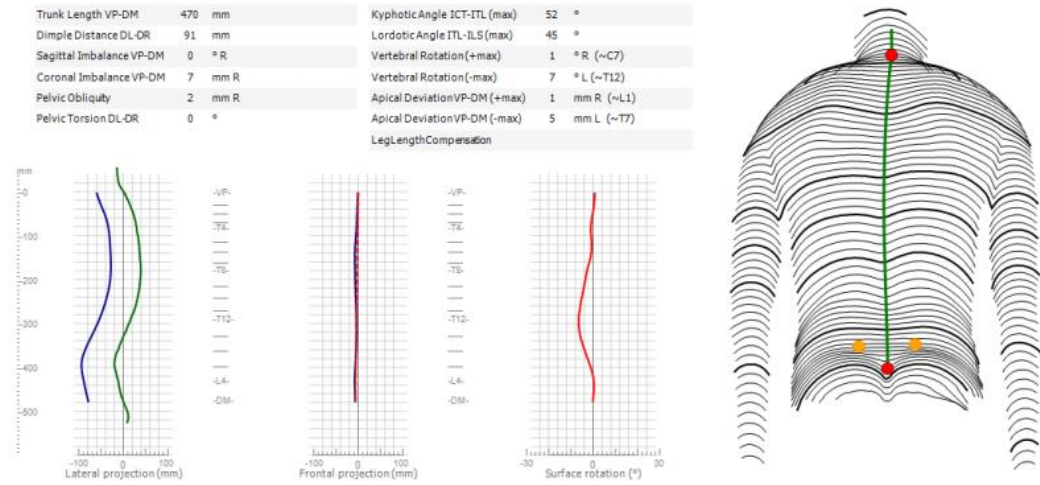
Şekil 3.2.2.3 Formetric 4D Analiz Yazılım Programı



Şekil 3.2.2.4 Formetric 4D Analiz Yazılım Programı

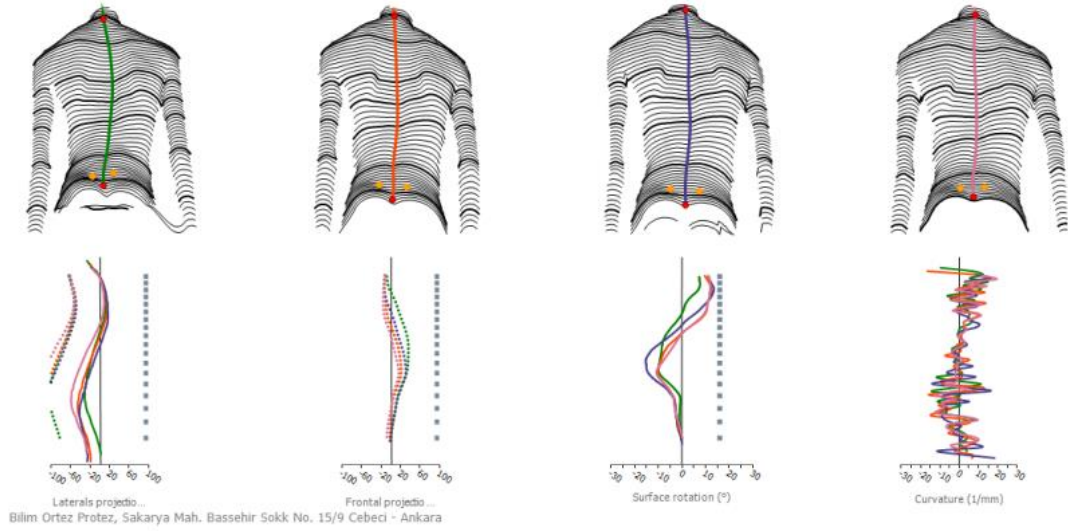


Şekil 3.2.2.5 Formetric 4D Analiz Yazılım Programı

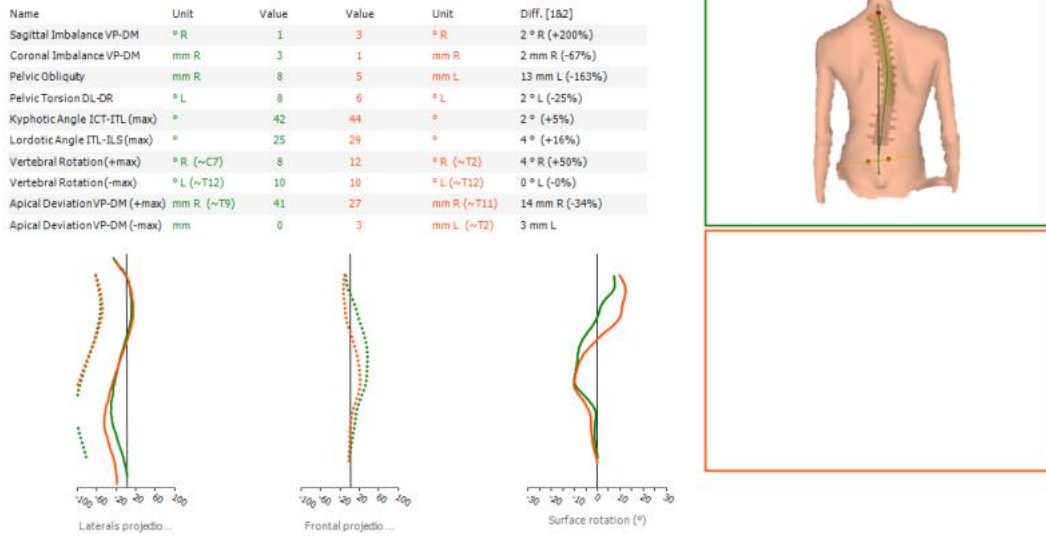


Şekil 3.2.2.6 Formetric 4D Analiz Yazılım Programı

Yüzey topografisi değerlendirilmesinde yapılan ölçüm sonrası yazılım programının hesapladığı verilerden omurganın antero-posterior değişimi, mediolateral değişim, vertebral rotasyon miktarı parametreleri karşılaştırıldı(Şekil 3.2.2.7, 3.2.2.8).



Şekil 3.2.2.7 Yüzey Topografisi Karşılaştırılması



Şekil 3.2.2.8 Yüzey Topografisi Karşılaştırılması

3.2.3 Zamanlı Kalk ve Yürü Testi (ZKYT)

Dinamik dengenin, yürüme hızının ve mobilitenin hızlıca değerlendirilebildiği pratik bir testtir. Bu testte, katılımcıdan sandalyenin kollarına tutunmaksızın oturduğu yerden kalkması, 3 m yürüdüktan sonra herhangi bir yere dokunmaksızın geri dönmesi, sandalyeye doğru yürüyerek tekrar oturur pozisyona geçmesi istendi. Test 10 dk dinlenme arası verilerek iki kez uygulandı ve en iyi değer değerlendirmeye alındı (Şekil 3.2.3.1).



Şekil 3.2.3.1 Zamanlı Kalk ve Yürü Testi (ZKYT)

3.2.4 2 Dakika Yürüme Testi (2DKYT)

Orta- ciddi kalp veya akciğer hastalığında tedavi yanıtını değerlendirmek ya da tek seferlik ölçümlerle (Alzheimer, yaşlı hasta, MS, Parkinson, Osteoartrit, Spinal kord yaralanması, İnme gibi hastalıklarda) kişinin mortalite ve morbilitesinde belirleyici olan fonksiyonel kapasitesini değerlendirmek için kullanılan bir testtir.

3.2.5 10 Metre Yürüme Testi (10MYT)

10 metre yürüme testi dikkate değer bir şekilde basit, güvenilir, geçerli, duyarlı, kullanışlı bir testtir. Bu testte kişi önceden ölçülmüş 10 metrelik alanda kendi normal hızıyla yürür (eğer yürüme yardımcısı kullanıyorsa bununla birlikte yürür). Süre kişinin ayağı başlangıç çizgisindeyken başlar ve bitiş çizgisini geçince sonlandırılır. İki ölçüm yapılır ve en iyi değer m/sn cinsinden kaydedilir. Testin güvenilirliği ve geçerliliği birçok çalışmada gösterilmiştir. Sadece 10 metrelik bir alan ve kronometre gerektirdiği için kullanışlı ve basit bir testtir (Şekil 3.2.5.1).



Şekil 3.2.5.1 10 Metre Yürüme Testi (10MYT)

3.2.6 Fonksiyonel Uzanma Testi (FUT)

Fonksiyonel Uzanma Testi, öne doğru olan stabiliteyi incelemek için geliştirilen bir testtir. Test sırasında katılımcıların ayaklarının yer ile temasını kesmeden uzanabildikleri kadar öne uzanmaları istendi. Bu test, katılımcılara üç kez uygulandı ve ölçülen en iyi değer analizler için kullanıldı (Şekil 3.2.6.1).



Şekil 3.2.6.1 Fonksiyonel Uzanma Testi (FUT)

3.2.7 Tek Ayak Üzerinde Durma Testi (TAÜDT)

Bu test denge ve statik ayakta durma yeteneğini ölçmeye yarar. Bireyin düşme riski hakkında fikir verir (Şekil 3.2.7.1).



Şekil 3.2.7.1 Tek Ayak Üzerinde Durma Testi (TAÜDT)

3.2.8 Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi (GMFCS)

Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi (GMFCS), ölçülen beş seviyeli kanıt dayalı bir araçtır. SP'li olan çocukların kaba motor fonksiyonunu doğrular. Vurgulanan kaba motor fonksiyonları GMFCS boyutunda oturma, yürüme ve tekerlekli sandalyeye bağımlılık derecesine göre belirlenen GMFCS seviyesi, rutin olarak ev, okul veya topluluk ortamlarında nasıl ambule oldukları hakkında ve ortak kriterlere göre gruplandırır. GMFCS, klinik uygulamada hızla kabul görmektedir. GMFCS'de olan bilgiler klinisyenlere tedavi stratejisini planlamada yardımcı olur (160).

Seviye	Kabiliyet
1	Kisiltama olmaksizin yürür.
2	Kisiltamalarla yürür.
3	Elle tutulan hareketlilik araçlarını kullanarak yürür.
4	Kendi kendine hareket sınırlanmıştır. Motorlu hareketlilik aracını kullanabilir.
5	Elle itilen bir tekerlekli sandalyede taşınır.

3.3 İstatistiksel Analiz

Çalışmamıza toplam 11 SP'li çocuk dahil edilerek çalışmamız güçlendirildi. Pilot çalışma sonucunda power analiz yapıldı. Yapılan power analizde bu çalışmanın gücü 0,80 olarak bulundu ($d=0,80$). Elde edilen verilerin analizi, Windows işletim sistemi altında çalışan SPSS istatistik paket programı yardımıyla yapıldı. Ölçümle belirtilen veriler aritmetik ortalama \pm standart sapma ($X\pm SD$) olarak verildi. Alınan kişi sayısı (n) olarak kaydedildi. Tanımlayıcı istatistikle demografik bilgilerin analizi yapıldı ve oranlar yüzde olarak gösterildi. Aynı kişiler ortezli ve ortezsiz karşılaştırmalarında, ordinal parametrelerin karşılaştırmasında parametrik olmayan testlerden Wilcoxon Signed Ranks Testi, sayısal değerlendirme yöntemlerinin analizinde ise parametrik testlerden Paired Sample t Testi kullanıldı. Elde edilen istatistiksel sonuçlar için anlamlılık $p<0.05$ olarak kabul edildi (161).

4. BULGULAR

Çalışmamıza dahil edilen toplam 11 çocuğun demografik bulguları Tablo 4.1’de verildi.

Tablo 4.1 Çalışmaya Katılan Kişilerin Demografik Özellikleri

Demografik özellikler	Ortalama	Std. sapma	Min-Maks
Boy (cm)	134,18	20,73	108-166
Kilo (kg)	29,90	10,81	16-55
Yaş	10,187	3,256	7-15
Cinsiyet (Kız-Erkek) (n)	3/8		

Tablo 4.2 Tanımlayıcı İstatistiksel Analiz Ortezsiz (N=11)

	X	SD	Minimum	Maximum
Sagittal imbalans	3,18	2,23	1	8
Koronal imbalans	13,64	9,31	0	33
Vertebral rotasyon	9,82	5,67	3	22
Zamanlı kalk ve yürü testi	10,53	3,47	6,9	19,28
10 metre yürüme testi	11,42	5,10	7,05	24,83
2 dakika yürüme testi	118,64	24,86	80	161
Tek ayak üzerinde durma testi	8,63	11,38	1	34
Fonksiyonel uzanma testi	25,36	5,71	13	31

Tablo 4.3 Tanımlayıcı İstatistiksel Analiz Ortezli (N=11)

	X	SD	Minimum	Maximum
Sagittal imbalans	5,00	4,84	0	18
Koronal imbalans	13,09	9,20	1	29
Vertebral rotasyon	7,18	2,60	4	11
Zamanlı kalk ve yürü testi	10,55	3,72	6,35	19,81
10 metre yürüme testi	11,54	5,24	6,1	20,54
2 dakika yürüme testi	119,55	28,91	50	150
Tek ayak üzerinde durma testi	10,97	12,05	1	34
Fonksiyonel uzanma testi	28,64	6,76	21	40

Tablo 4.4 Ortezli ve Ortezsiz Sagittal İmbalans, Koronal İmbalans ve Vertebral Rotasyon Miktarlarının Karşılaştırılması

	D	SD	t	p
Ortezsiz Sagittal İmbalans – Ortezli Sagittal İmbalans	-1,82	4,56	-1,323	**0,215
Ortezsiz Koronal İmbalans – Ortezli Koronal İmbalans	0,55	6,80	0,266	**0,796
Ortezsiz Vertebral Rotasyon Miktarı – Ortezli Vertebral Rotasyon Miktarı	2,64	5,14	1,700	**0,120

*p<0,05, **p>0,05

Ortezli ve Ortezsiz Sagittal imbalans, Koronal İmbalans ve Vertebral Rotasyon Miktarlarının karşılaştırması yapıldığında 3 durumda da fark olmadığı görülmektedir. (p>0,05) (Tablo 4.4)

Tablo 4.5 Ortezli ve Ortezsiz ZKYT, 10MYT, 2DYT, TAÜDT ve FUT Testlerinin Karşılaştırılması

	D	SD (D)	t	p
Ortezsiz Zamanlı Kalk ve Yürü Testi – Ortezli Zamanlı Kalk ve Yürü Testi	-0,02	3,82	-0,020	**0,985
Ortezsiz 10 Metre Yürüme Testi – Ortezli 10 Metre Yürüme Testi	-0,12	3,62	-0,108	**0,916
Ortezsiz 2 Dk Yürüme Testi – Ortezli 2 Dk Yürüme Testi	-0,91	25,79	-0,117	**0,909
Ortezsiz Tek Ayak Üzerinde Durma Testi – Ortezli Tek Ayak Üzerinde Durma Testi	-2,33	7,96	-0,972	**0,354
Ortezsiz Fonsiyonel Uzanma Testi – Ortezli Fonsiyonel Uzanma Testi	-3,27	6,29	-1,724	**0,115

*p<0,05, **p>0,05

Ortezli ve Ortezsiz ZKYT, 10MYT, 2DYT, TAÜDT ve FUT karşılaştırması yapıldığında 4 durumda da fark olmadığı görülmektedir. (p>0,05) (Tablo 4.5)

Tablo 4.6 Ortezli ve Ortezsiz Sagittal İmbalans, Koronal İmbalans Vertebral Rotasyon, ZKYT, 10MYT, 2DYT, TAÜDT ve FUT Değerlerini Karşılaştırması

	Z	p
Ortezsiz Sagittal İmbalans – Ortezli Sagittal İmbalans	-1,184	**0,237
Ortezsiz Koronal İmbalans – Ortezli Koronal İmbalans	-0,400	**0,689
Ortezsiz Vertebral Rotasyon Miktarı – Ortezli Vertebral Rotasyon Miktarı	-1,547	**0,122
Ortezsiz Zamanlı Kalk ve Yürü Testi – Ortezli Zamanlı Kalk ve Yürü Testi	-0,178	**0,859
Ortezsiz 10 Metre Yürüme Testi – Ortezli 10 Metre Yürüme Testi	-0,711	**0,477
Ortezsiz 2 Dk Yürüme Testi – Ortezli 2 Dk Yürüme Testi	-0,089	**0,929
Ortezsiz Tek Ayak Üzerinde Durma Testi – Ortezli Tek Ayak Üzerinde Durma Testi	-0,700	**0,484
Ortezsiz Fonsiyonel Uzanma Testi – Ortezli Fonsiyonel Uzanma Testi	-1,430	**0,153

*p<0,05, **p>0,05

Ortezli ve Ortezsiz değerlerin kendi aralarında karşılaştırması yapıldığında fark olmadığı görülmektedir. (p>0,05) (Tablo 4.6)

5. TARTIŞMA

SP'li bireylerde ortez kullanımının gövde pozisyonu üzerine etkisini araştırmak için planlanan çalışmanın sonuçları, yapılan formetrik skolyoz ölçümleri sonucunda ortezli ve ortezsiz omurganın antero-posterior değişimi, mediolateral değişim, vertebral rotasyon miktarına ortezin anlamlı bir etkisi olamamıştır.

Frerich ve ark. DIERS formetrik yazılımı ile yapılan ölçümlerin standart radyografiyle karşılaştırdığı çalışmada; DIERS 4D ile ölçülen 64 hastada Cobb açıları ile standart radyografi arasında benzer bir ilişki gözlemlenmiştir. Korelasyon katsayıları lomber ve torasik eğriler için sırasıyla 0.758 ve 0.872 olarak belirlenmişlerdir. İki yöntemle ölçülen Cobb açılarındaki ortalama fark, lomber ve torasik eğrilerde sırasıyla 9.42° ve 6.98° bulunmuştur. 14 hasta üzerinde 30 tekrarlı DIERS formetrik 4D ile yapılan ölçümlerde güvenilirlik katsayısı 0,996 olarak değerlendirilmiştir (155).

Elde edilen bu sonuçlarla, DIERS yazılımının test tekrarlanabilirliği açısından radyografi ile karşılaştırılabilir olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, yazarlar DIERS formetrik 4D'nin eğri büyüklüğünü tam olarak tahmin etmediğini, ancak radyografik ölçümler ile güçlü korelasyon göz önüne alındığında, eğri gözetimi için güvenilir bir şekilde kullanılabileceğini belirtmiştir (155).

Çalışmamızın sonucuna bakıldığında ortezli ve ortezsiz omurganın antero-posterior değişimi, mediolateral değişim, vertebral rotasyon miktarı verilerinin doğruluğu açısından tekrarlı çalışmalar yapılmıştır. Bu sonuçlar çerçevesinde antero-posterior değişimi, mediolateral değişim, vertebral rotasyon miktarı tam tahmin edilemediği yazılımın kendi arayüzü ve kütüphanesi üzerinden değerlendirme yapıldığı için elde edilen açısal verilerin ortezli ve ortezsiz etkisini tam olarak yansıtamadığını düşünmekteyiz. Ortezli ve ortezsiz bekleme sürelerinin yetersiz olabileceği ortez kullanım süresinin arttırılarak daha uzun süreli ortezli ve ortezsiz karşılaştırma ve tekrarlara ihtiyaç olabileceği düşünülmektedir.

Tıbbi teşhis ve klinik muayeneye X ışınlarına dayanır. Spinal bir deformitenin oluşması durumunda, düzenli zaman aralıklarında takip röntgen kontrolleri gerekmekte ve hasta radyasyona maruz kalınmaktadır (155). Radyasyon riskini azaltmak için, röntgen takip aralıklarını uzatarak ya da alternatif değerlendirmeler gibi çeşitli seçenekler vardır.

Özellikle genç hastalarda radyografilerin dezavantajı, iyonlaştırıcı radyasyona tekrar tekrar maruz kalmaları sonucunda hayatlarının ilerleyen dönemlerinde malignite riskinde önemli bir artış sebebiyet vermektedir (155,156). Örneğin göreceli meme kanseri riski, bu hastalarda yaklaşık 4 kat daha fazladır (155). Nash ve arkadaşları, 1970'lerin sonlarında, skolyozu olan ortalama bir genç kızın üç yıl boyunca 22 radyografi çektiğini bildirmişlerdir (155).

Standart röntgenler için radyasyon dozu yıllar içinde önemli ölçüde iyileşmiştir. Ancak omurgayı görüntülemenin ve omurga deformitesini tahmin etmenin radyografik olmayan yolları hala çok önemlidir. Hiçbir hasta röntgen ışınlarından tamamen kaçınmazken, mümkün olduğunca radyasyona maruz kalmayı azaltmak için çaba gösterilmelidir (156).

Litaretür incelendiğinde, ortez etkinliğinin çalışmalara dahil edilmediği, yüzey topografyasını kullanan birçok sistem zamanla gelişmeye devam ettiği, ancak henüz yaygın olarak kabul görmüş bir sistem mevcut olmadığı görülmüştür. Bu nedenle ortez etkinliğinin incelendiği daha uzun süreli ortezli ve ortezsiz karşılaştırmaların yer aldığı çalışmalara gereksinim olduğu açıktır. Çalışma sonuçlarına göre SP'li bireylerde postür takip sürecinde radyolojik değerlendirmelerin yanı sıra, yüzey topografisi ölçümlerinde klinik olarak değerlendirilmeye alınması ve bireylerin maruz kaldıkları X ışını süresinin düşürülmesi gerektiği düşünülmekte ve önerilmektedir.

Çalışma sonuçlarına göre ortezin omurganın antero-posterior değişimi, mediolateral değişim, vertebral rotasyon miktarlarında ortezsiz analize göre etkisi olmamıştır.

Bunun nedeni olarak tekrarlı ölçümlerde bekleme sürelerinin yetersiz olduğunu ortez etkinliğinin kısa sürede etkisinin görülmediğini düşünmekteyiz. Litaretür incelendiğinde tekrarlı ölçümler ile radyolojik grafipler arasında uyum ve Cobb açısının hesaplanması için çalışmalar yapılmıştır. Ancak 3 boyutlu olarak incelemenin yapıldığı yüzey topografisi ölçümlerinde cihazın güvenilirliğini kanıtlamaya yönelik bilgi boşlukları bulunmaktadır.

SP'de hareket, duruş ve denge etkilenmiştir. serebral palsi, sert kaslar (spastisite), kontrol edilemeyen hareket (diskinezi), zayıf koordinasyon (ataksi) veya karışık tip olarak sınıflandırılabilir. Spastisite en yaygın hareket bozukluğudur yaklaşık% 80'ini etkilemektedir. Serebral palsi, kalça ağrısı veya çıkığı, el disfonksiyonu ve ekin deformitesi gibi rahatsızlıklarda eşlik edebilir. SP'li hastalar bilişsel işlev bozukluğu, epilepsi, basınç ülserleri, osteoporoz, davranışsal veya duygusal sorunlar, konuşma ve işitme bozukluğu, inkontinans gibi hareketle ilgili olmayan problemler de yaşarlar (1).

Çocukluk çağı tedavileri genellikle multidisipliner rehabilitasyon programı kapsamında verilmektedir. Malesef genç yetişkinler genellikle uygun multidisipliner yetişkin nörodisabilite servisinden istenilen düzeyde faydalanamaz (2).

SP'li olan çocuklarda, aşırı diz fleksiyonunu azaltmak ve yürüme enerji maliyetini azaltmak için sert ayak bileği-ayak ortezleri (AFO) reçete edilir, çünkü AFO'lar alt ekstremitte biyomekaniği, üst vücut hareketleri ve denge üzerinde bir etkiye sahip olabilir (3).

Yürüme günlük yaşamdaki en önemli aktivitelerden biridir. Günlük yaşam aktiviteleri ve sosyalleşme için yürüme şarttır. Günümüzde yürüyüşün karmaşıklığı nedeniyle ve özellikle patolojik yürüyüş, klinik yürüyüş analizi (CGA) ile daha detaylı incelenip yürüyüş bozuklukları tespit edilmektedir.

Klinik yürüyüş analizi (CGA), büyük miktarda veri toplar ve analiz eder, yürüyüş özelliklerine ilişkin nicel veriler aslında, aynı anda kaydedilen uzay-zamansal, kinematik, kinetik ve elektromiyografi verileridir. Yürüyüşe göre yürüyüşün döngüsü, zamansal ve mekânsal özellikleri olabilir. Bu analizlerde elektro-optik sistemler kullanılır. Bu sistemler sayesinde yürüme hızı, kadans, adım uzunluğu, adım genişliği, duruş süresi ve salınım süresi, ayak bileği, diz, kalça, pelvis ve gövde eklem hareket açıklıkları, yüzey elektrotları ile kas aktivite yoğunluğu, ortak kasılma süreleri gibi veriler analiz edilerek yürüyüş sapmalarını, patolojik yürüyüş bozukluklarını ve en iyi terapötik tedaviyi seçmekte kullanılır (4).

Ayak ayak bileği ortezleri (AFO'lar) yürümeyi normalleştirmek için kullanılan cihazlardır. Ortez yönetiminin amaçlarından biri de patolojik refleksi veya spastisiteyi azaltmak için eklemleri uygun konuma yerleştirerek normal yürüyüş paternini kazanmaktır. AFO'lar klinik uygulamada kullanılır. Tasarım ve bunları oluşturan malzemeler, farklı seviyelerde sertlik ve ayak bileği kontrolü sağlar. En sık reçete edilenler; katı AFO (SAFO), dinamik AFO (DAFO), zemin reaksiyon ortezi (GRAFO), arka yaprak yay (PLS) veya menteşeli AFO (HAFO)'dur. Farklı tip ve özellikteki AFO'lar, çocukların yürüyüş verimliliğini artırmak için tasarlanmıştır. Literatür taramalarında SP'li olan çocuklarda, AFO'ların yürüyüş hızında küçük iyileşmeler sağladığına ve AFO'ların kaba motor fonksiyonu (GMFSS) üzerinde küçük ila orta derecede etkiye sahip olduğuna dair orta düzeyde kanıt vardır. Ekin yürüyüşü olan çocuklarda, posterior AFO'ların distal kinematikte büyük değişikliklere neden olduğuna dair güçlü kanıtlar vardır (5,6).

Bununla birlikte, Şimdiye kadar, SP'li olan çocuklarda yürüyüş sırasında ayak bileği ortezlerinin postüral denge üzerindeki etkisine çok az dikkat edilmiştir (7).

Yapılan başka bir çalışmada, bilateral spastik SP'li (Brüt Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi I olan 12 ve Gross Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi II olan 3) toplam 15 çocuk (12 erkek ve 3 kız; ort. Yaş, 8 ± 2 yıl) tam vücut üç boyutlu yürüyüş analizi. Çıplak ayakla yürüme ve bilateral ayak bileği-ayak ortezleri ile yürüme sırasında toraks, omurga ve pelvisin hareket aralığındaki farklılıklar analiz edildi (162).

SP'li çocuklar, yalınayak yürümeye kıyasla ayak bileği ortezleri ile yürürken toraksın (fleksiyon / ekstansiyon, lateral fleksiyon ve rotasyon) ve omurganın (lateral fleksiyon) önemli ölçüde daha geniş bir hareket aralığı gösterdi. Bu iki durum arasındaki pelvisin hareket aralığında anlamlı bir fark bulunmamıştır (162).

Ayakbileği-ayak ortezlerinin giyilmesinin bilateral spastik SP'li olan çocuklarda yürüyüş sırasında postüral kontrolü etkilediği sonucuna varılabilir. Artan hareket aralığı nedeniyle, gövdenin hareket modeli tipik olarak gelişmekte olan çocuklardan farklıdır.

Literatür taramalarında, yapılan çalışmalarda plastik ayak ayak bileği ortezinin (AFO) kullanımın gövde biyomekanisine etkilerinin incelenmediği ve Diers 4D sistemi sayesinde biyomekanik hesaplamalar yapıldığı gözlenmiştir (162).

AFO, spastik diplejili çocuklarda yürüyüş sırasında alt ekstremite segmentler arası koordinasyonu, onu tipik olgun bir yürüyüş paternine daha yakın hale getirerek geliştirir (162).

Bununla birlikte, AFO giymek, postüral kontrol bağlamında sorunlu olabilecek artan gövde hareketi ile sonuçlanır. Çalışmamızda AFO kullanımının postür üzerine etkisi incelenmiş anlamlı fark bulunamamıştır. Bunun tekrarlı yapılan ölçümlerde hastalarda farkındalık oluşturmuş olabileceğini düşünmekteyiz.

Bilateral spastik SP'li çocuklarda, çıplak ayakla yürümeye kıyasla, AFO'larla yürümenin, toraksın üç yönde ve omurganın lateral bükülme için önemli ölçüde daha büyük hareket amplitüdlerine yol açtığı sonucuna varılabilir. Yapılan çalışmada bu iki durum arasında pelvis için hareket genliklerinde önemli bir fark bulunamamıştır (163).

Gövdenin artan hareket genliği, azalan dinamik stabilitenin bir göstergesi veya itme sırasında ayak bileği güç üretiminin azaltılması için telafi edici bir strateji olarak düşünülebilir. AFO'larla birlikte bu biyomekanik kısıtlamalardan kaynaklanabilir (164).

Değişen gövde hareketlerinin temel nedenlerini anlamak için EMG analizinin entegrasyonu ile daha fazla araştırma yapılması gerektiği ortaya konmuştur(164).

AFO'lar, yürüme hızını, adım uzunluğunu artırarak ve enerji sarfiyatını azaltarak yürüyüşü iyileştirmek için genellikle bilateral spastik SP'li çocuklara reçete edilir. Buna rağmen, çıplak ayakla yürümeye kıyasla AFO'larla yürüyen SP'li çocuklarda toraks, omurga ve pelvis kinematikiindeki farklılıklar hakkında çok az şey bilinmektedir. Yapılan literatür incelemesinde, yalınayak yürümeye kıyasla AFO'larla yürüme sırasında sagittal, frontal ve transversal düzlemlerde toraksın önemli ölçüde daha büyük bir eklem hareket aralığı ve frontal planda omurganın önemli ölçüde daha büyük bir hareket açıklığı bulunmuştur. Bununla birlikte, AFO'larla yürüme sırasında, sagittal düzlemde omurga ve pelvisin hareket açıklığı azaldı, ancak önemli ölçüde azalma gözlemlenmemiştir (164).

Degelean ve ark. AFO'ların gövde üzerindeki etkisini araştırdığı çalışmasında çocuklarda salınımı ve alt ekstremiteler arası koordinasyon üzerine etkisini araştırmış ve AFO giymenin gövde hareketinde artışa neden olduğu sonucuna varmışlardır (165).

Molenaers ve ark. çıplak ayakla yürümeye kıyasla AFO'larla yürüme sırasında SP'li çocuklarda gövde hareket açıklığının önemli ölçüde arttığını bulmuşlardır (165).

Bununla birlikte, sonuçlarımız, örneğin Molenaers ve ark.'nın çalışmasında tek taraflı ve iki taraflı SP'li karma hastalarla olduğu gibi doğrudan karşılaştırılabilir değildir.

Sistemik bir literatür çalışmasında Swinnen ve ark. Gövde hareketlerini kontrol etme yeteneğinin, farklı derecelerde motor tutulumu olan bilateral spastik SP'li çocuklar arasında değişiklik gösterdiği sonucuna varmıştır. GMFCS II'li çocuklar, GMFCS I'li (toraks) çocuklara göre daha fazla düzeyde (toraks, pelvis ve omurga) artmış eklem hareket açıklığı gösterdi (166).

Literatür bilgileri ışığında yapılan çalışmamız, ortezli ve ortezsiz omurganın antero-posterior değişimi, mediolateral değişimi ve vertebral rotasyon miktarlarında ortezin etkisi olmamıştır.

LİMİTASYONLAR

Bu çalışmada oluşan başlıca limitasyonlar SP'li bireylerde kullanılan alt ekstremitte ortezlerinden ayak ayak bileği ortezlerinin çeşitlerinin çalışmaya dâhil edilmemesidir. Çalışmamıza sadece bilateral sabit ayak ayak bileği (SAFO) ortezlerini kullanan bireyler katılmıştır. Eklemlili veya menteşeli AFO (HAFO), Yer tepkime AFO'su(GRAFO) ve diğer alt ekstremitte ortezlerinde içinde olacağı kapsamlı çalışmalar gerekmektedir. Farklı tip ayak ayak bileği ortezleri kullanılarak yapılacak olan Formetric 4D topoğrafik ölçümler postür için daha kapsayıcı bilgiler verecektir.

Formetric 4D topoğrafik analiz yöntemi ile değerlendirilen bireylerin boy ölçüsü 105cm'den uzun olması gerekmektedir. Bu durumda yapılacak ölçümlerde 6 yaş ve daha küçük hastaların değerlendirilmesine olanak sağlamıyor oluşu bir diğer limitasyondur.

Ortezlerde, hastaya özel ortez ayakkabısının uyum değişikliği yapılmaması ortezin ayakkabıya giyildikten sonra topuk yüksekliği ile parmak ucu arasındaki farkın ayak bileğinde dorsifleksiyon ya da plantarfleksiyon açısı oluşturması yapılan topografik ölçümlerin doğruluğunu etkilemektedir.

Çalışmamızda Formetric 4D topografik analiz yöntemi ile ortezli ve ortezsiz yapılan ölçümler birbiri ardına yapılmıştır. Bu ölçümler sırasında ortezli ve ortezsiz ölçümler arasındaki kısa zaman aralığı AFO'nun ortezsiz gövde pozisyonu üzerindeki etkilerini görmemizi engelleyen bir limitasyondur.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu çalışma, SP'li çocuklarda bilateral plastik ayak ayakbileği ortezlerinin (PAFO) gövde pozisyonu üzerine etkisinin araştırmak amacıyla yapıldı. Çalışmamızda SP'li çocuklarda yüzey topografisi değerlendirilmesinde yapılan ölçüm sonrası yazılım programının hesapladığı verilerden omurganın sagittal, frontal ve transvers düzlemdeki değişimleri ortezli ve ortezsiz olacak şekilde parametreler karşılaştırıldı.

- ✓ Ortezin kısa dönemde her üç düzlemde'de gövdede değişikliğe neden olmadığı görüldü.
- ✓ PAFO'ların gövde üzerindeki uzun dönem etkilerini araştıran çalışmalara ihtiyaç vardır.
- ✓ Ortezlerde, hastaya özel ortez ayakkabısının uyum değişikliği yapılmaması ortezin ayakkabıya giyildikten sonra topuk yüksekliği ile parmak ucu arasındaki farkın ayak bileğinde dorsifleksiyon ya da plantarfleksiyon açısı oluşturması yapılan topoğrafik ölçümlerde etkili olabileceği düşünülmektedir.
- ✓ Radyolojik değerlendirme ile yüzey topografisi ölçümlerinin karşılaştırılması aynı zamanda ortez uygulamasının da niteliği sonuçlarda etkili olabileceği, tekrarlı ölçümlerde bu verilerinde dikkate alınması önemli olacaktır.
- ✓ Ortez çeşitliliğini arttırarak sadece sabit AFO'lar değil eklemli AFO ve GRAFO gibi alt ekstremite ortezlerinde içinde bulunduğu farklı ortezleri kapsayan çalışmalara gereksinim duyulmaktadır.
- ✓ Çalışmamızda Formetric 4D topoğrafik analiz yöntemi ile ortezli ve ortezsiz yapılan ölçümler birbiri ardına yapılmıştır. Bu ölçümler sırasında ortezli ve ortezsiz ölçümler arasındaki kısa zaman aralığı AFO'nun ortezsiz gövde pozisyonu üzerindeki etkilerini azalttığı düşünülmektedir. Bekleme sürelerinin uzatılıp ortezli ve ortezsiz karşılaştırmaların değerlendirilmesi sonuçlarda farklı etki ortaya çıkarabileceği düşüncesiyle bu çalışmanın uzun dönem etkilerini araştıran çalışmalara ihtiyaç vardır.

Alanda çalışan prostetist/ortotistlere, ortezli ve ortezsiz ölçümler arasındaki kısa zaman aralığı AFO'nun ortezsiz gövde pozisyonu üzerine etkilerinin azalttığına bağlı olarak değerlendirmesi, bekleme sürelerinin uzatılıp ortezli ve ortezsiz karşılaştırmalar yapılarak

sürecin takip edilmesi önerilmektedir. Yapılan yüzey topografisi ölçümlerinin gövde değerlendirmesi sırasında radyasyon riskinin olmaması'nda göz önünde bulundurularak klinik uygulamalarda kapsamlı değerlendirmeler yapılması gerekmektedir.



KAYNAKLAR

1. Vitrikas K, Dalton H, Breish D. Cerebral Palsy: An Overview. *Am Fam Physician*. 2020 Feb 15;101(4):213-220.
2. Kent RM. Cerebral palsy. *Handb Clin Neurol*. 2013;110:443-59.
3. P. Meyns, Y.L. Kerkum, M.A. Brehm, J.G. Becher, A.I. Buizer, J. Harlaar, Ankle foot orthoses in cerebral palsy: Effects of ankle stiffness on trunk kinematics, gait stability and energy cost of walking, *European Journal of Paediatric Neurology*, Volume 26, 2020, Pages 68-74.
4. Armand S, Decoulon G, Bonnefoy-Mazure A. Gait analysis in children with cerebral palsy. *EFORT Open Rev*. 2016 Dec 22;1(12):448-460. Kuban, K. C. K. Leviiton, A. (1994). *Cerebral palsy*. N. Enlg. J. Med.
5. Morris C, Bowers R, Ross K, Stevens P, Phillips D. Orthotic management of cerebral palsy: recommendations from a consensus conference. *NeuroRehabilitation*. 2011;28(1):37-46.
6. Lintanf M, Bourseul JS, Houx L, Lempereur M, Brochard S, Pons C. Effect of ankle-foot orthoses on gait, balance and gross motor function in children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil*. 2018 Sep;32(9):1175-1188.
7. Betancourt JP, Eleeh P, Stark S, Jain NB. Impact of Ankle-Foot Orthosis on Gait Efficiency in Ambulatory Children With Cerebral Palsy: A Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Phys Med Rehabil*. 2019 Sep;98(9):759-770
8. Degenhardt B, Starks Z, Bhatia S, Franklin GA. Appraisal of the DIERS method for calculating postural measurements: an observational study. *Scoliosis Spinal Disord*. 2017 Sep 26;12:28.
9. The Definition and Classification of Cerebral Palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2007 Feb;49(s109):1-44.
10. Oskoui M, Coutinho F, Dykeman J, Jetté N, Pringsheim T. An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol*. 2013 Jun;55(6):509-19.
11. Nelson KB. Causative factors in cerebral palsy. *Clin Obstet Gynecol*. 2008 Dec;51(4):749-62.

12. MacLennan AH, Thompson SC, Gecz J. Cerebral palsy: causes, pathways, and the role of genetic variants. *Am J Obstet Gynecol*. 2015 Dec;213(6):779-88.
13. McMichael G, Bainbridge MN, Haan E, Corbett M, Gardner A, Thompson S, van Bon BW, van Eyk CL, Broadbent J, Reynolds C, O'Callaghan ME, Nguyen LS, Adelson DL, Russo R, Jhangiani S, Doddapaneni H, Muzny DM, Gibbs RA, Gecz J, MacLennan AH. Whole-exome sequencing points to considerable genetic heterogeneity of cerebral palsy. *Mol Psychiatry*. 2015 Feb;20(2):176-82.
14. Van Eyk CL, Corbett MA, MacLennan AH. The emerging genetic landscape of cerebral palsy. *Handb Clin Neurol*. 2018;147:331-342.
15. Hallman-Cooper JL, Rocha Cabrero F. Cerebral Palsy. 2020 Nov 20. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan.
16. Gulati S, Sondhi V. Cerebral Palsy: An Overview. *Indian J Pediatr*. 2018 Nov;85(11):1006-1016.
17. Novak I, Hines M, Goldsmith S, Barclay R. Clinical prognostic messages from a systematic review on cerebral palsy. *Pediatrics*. 2012;130:e1285–312.
18. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, Dan B, Jacobsson B. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl*. 2007 Feb;109:8-14.
19. Sadowska M, Sarecka-Hujar B, Kopyta I. Cerebral Palsy: Current Opinions on Definition, Epidemiology, Risk Factors, Classification and Treatment Options. *Neuropsychiatr Dis Treat*. 2020;16:1505-1518.
20. Linsell L, Malouf R, Morris J, Kurinczuk JJ, Marlow N. Prognostic factors for cerebral palsy and motor impairment in children born very preterm or very low birthweight: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2016;58:554–569.
21. Balf CL, Ingram TTS. Problems in the classification of cerebral palsy in childhood. *Br Med J*. 1955;16:163–166.
22. Hagberg G, Hagberg B, Olow I. The changing panorama of cerebral palsy in Sweden 1954-1970. III. The importance of fetal deprivation of supply. *Acta Paediatr Scand*. 1976;65:403–408.
23. Cans C, Dolk H, Platt MJ, Colver A, Prasauskiene A, Krageloh-Mann I; SCPE Collaborative group. Recommendations from the SCPE collaborative group for defining and classifying cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol Suppl*. 2007;109:35–38.
24. Palisano RJ, Cameron D, Resenbaum PL, Walter SD, Rusell D. Stability of the gross motor function classification system. *Dev Med Child Neurol*. 2006;48(6):424–428.

25. Ohrvall AM, Krumlinde-Sundhomr L, Eliasson AC. The stability of manual ability classification system over time. *Dev Med Child Neurol*. 2014;56(2):185–189.
26. Skoutelis VC, Kanellopoulos AD, Kontogeorgakos VA, Dinopoulos A, Papagelopoulos PJ. The orthopaedic aspect of spastic cerebral palsy. *J Orthop*. 2020 Nov 4;22:553-558.
27. Patel DR, Neelakantan M, Pandher K, Merrick J. Cerebral palsy in children: a clinical overview. *Transl Pediatr*. 2020 Feb;9(Suppl 1):S125-S135.
28. Colver A, Fairhurst C, Pharoah PO. Cerebral palsy. *Lancet* 2014;383:1240-9.
29. Graham HK, Rosenbaum P, Paneth N, et al. Cerebral palsy. *Nat Rev Dis Primers* 2016;2:15082.
30. Korzeniewski SJ, Slaughter J, Lenski M, et al. The complex aetiology of cerebral palsy. *Nat Rev Neurol* 2018;14:528-43.
31. Himmelmann K. Children and youth with complex cerebral palsy: care and management. Edited by Laurie J. Glader, Richard D. Stevenson. London: Mac Keith Press, 2019, pp 384. ISBN: 978-1-909962-98-9. *Acta Paediatr* 2019.
32. Michael-Asalu A, Taylor G, Campbell H, et al. Cerebral palsy: diagnosis, epidemiology, genetics, and clinical update. *Adv Pediatr* 2019;66:189-208.
33. Durkin MS, Benedict RE, Christensen D, Dubois LA, Fitzgerald RT, Kirby RS, Maenner MJ, Van Naarden Braun K, Wingate MS, Yeargin-Allsopp M. Prevalence of Cerebral Palsy among 8-Year-Old Children in 2010 and Preliminary Evidence of Trends in Its Relationship to Low Birthweight. *Paediatr Perinat Epidemiol*. 2016 Sep;30(5):496-510.
34. Johnston MV. Cerebral palsy. In: Kliegman RM, St Geme III JW, Blum NJ, et al. editors. *Nelson textbook of pediatrics*. 21st ed. Philadelphia: Elsevier, 2020:3168-72.
35. Liptak GS, Murphy NA, Council on Children With Disabilities Providing a primary care medical home for children and youth with cerebral palsy. *Pediatrics* 2011;128:e1321-9.
36. Oskoui M, Shevell MI, Swaiman KF. Cerebral palsy. In: Swaiman KF, Ashwal S, Ferriero DM, et al. editors. *Pediatric neurology: principles and practice*. 6th ed. Philadelphia: Elsevier, 2017:e1660-72.
37. Ballester-Plané J, Schmidt R, Laporta-Hoyos O, et al. Whole-brain structural connectivity in dyskinetic cerebral palsy and its association with motor and cognitive function. *Hum Brain Mapp*. 2017;38(9):4594-4612.
38. Berker N, Yalçın S, *The Help Guide To Cerebral Palsy*, Global Help Publication, Mart Printing Co Ltd, İstanbul, 2005, p. 1-144.

39. Sanger TD, Delgado MR, Gaebler-Spira D, Hallett M, Mink JW, the Task Force on Childhood Motor Disorders. Classification and definition of disorders causing hypertonia in childhood. *Pediatrics* 2003; 111: e89–97.
40. Li X, Arya K. Athetoid Cerebral Palsy. 2021 Jan 11. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan.
41. Odding E, Roebroek ME, Stam HJ. The epidemiology of cerebral palsy: incidence, impairments and risk factors. *Disabil Rehabil.* 2006 Feb 28;28(4):183-91.
42. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe. Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE). Dev Med Child Neurol.* 2000 Dec;42(12):816-24.
43. Chen A, Dyck Holzinger S, Oskoui M, Shevell M. Canadian Cerebral Palsy Registry. Losing a diagnosis of cerebral palsy: a comparison of variables at 2 and 5 years. *Dev Med Child Neurol* 2020; 62: 83–8.
44. Dan B. How useful is the diagnosis of ataxic cerebral palsy? *Dev Med Child Neurol.* 2020 Mar;62(3):264.
45. Sadowska M, Sarecka-Hujar B, Kopyta I. Cerebral Palsy: Current Opinions on Definition, Epidemiology, Risk Factors, Classification and Treatment Options. *Neuropsychiatr Dis Treat.* 2020 Jun 12;16:1505-1518.
46. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Normal Postural Control. In: *Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice*, 4th edn. Baltimore, MD: Lippincott Williams & Wilkins, 2012: 161–94.
47. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl* 2007; 109: 8–14.
48. Horak FB, Macpherson JM. Postural orientation and equilibrium. In: Rowell LB, Shepard JT, eds. *Handbook of Physiology: Section 12, Exercise Regulation and Integration of Multiple Systems.* New York: Oxford University Press, 1996;255–92.
49. Lord SR, Ward JA, Williams P, Anstey KJ. Physiological factors associated with falls in older community-dwelling women. *J Am Geriatr Soc.* 1994 Oct;42(10):1110-7.
50. Tinetti ME, Inouye SK, Gill TM, Doucette JT. Shared risk factors for falls, incontinence, and functional dependence. Unifying the approach to geriatric syndromes. *JAMA.* 1995 May 3;273(17):1348-53.
51. Matusiak-Wieczorek E, Małachowska-Sobieska M, Synder M. Influence of Hippotherapy on Body Balance in the Sitting Position Among Children with Cerebral Palsy. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2016 Mar 23;18(2):165-175.

52. Bandeira C, Monteiro DEM. Realidade virtual na paralisia cerebral. In: Guyton A, Hall J, editors. *Tratado de fisiologia médica*. 2011.
53. Schindl MR, Forstner C, Kern H, Hesse S. Treadmill training with partial body weight support in nonambulatory patients with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2000;81:301–6.
54. Heyrman L, Desloovere K, Molenaers G, Verheyden G, Klingels K, Monbaliu E, et al. Clinical characteristics of impaired trunk control in children with spastic cerebral palsy. *Res Dev Disabil*. 2013;34(1):327-34.
55. Prosser LA, Lee SC, VanSant AF, Barbe MF, Lauer RT. Trunk and hip muscle activation patterns are different during walking in young children with and without cerebral palsy. *Phys Ther*. 2010;90(7):986-97.
56. Saavedra S, Joshi A, Woollacott M, van Donkelaar P. Eye hand coordination in children with cerebral palsy. *Exp Brain Res*. 2009;192(2):155-65.
57. Kavanagh J, Barrett R, Morrison S. The role of the neck and trunk in facilitating head stability during walking. *Exp Brain Res*. 2006;172(4):454-63.
58. Pozzo T, Berthoz A, Vitte E, Lefort L. Head stabilization during locomotion: perturbations induced by vestibular disorders. *Acta Otolaryngol*. 1991;111(sup481):322-7.
59. Heyrman L, Feys H, Molenaers G, Jaspers E, Monari D, Nieuwenhuys A, et al. Altered trunk movements during gait in children with spastic diplegia: compensatory or underlying trunk control deficit? *Res Dev Disabil*. 2014;35(9):2044-52.
60. Masi, A.T., Haman, J.C. (2008) Human Resting Muscle Tone (HRMT) Narrative Introduction and Modern Concepts. *Journal of Body Work and Movement Therapies*, 12, 320-332.
61. Foster 1892 Foster M. *A Text Book of Physiology. The Central Nervous System* (6th ed.). London: Macmillan, 1892, part III.
62. Kiefer et al. 1998 Kiefer A, Shirazi-Adl A, and Parnianpur M. Synergy of the spine in neutral postures. *Eur Spine J* 7: 471–479, 1998.
63. Kuypers 1964 Kuypers HGJM. The descending pathways to the spinal cord, their anatomy and function. In: *Progress in Brain Research. Organization of the Spinal Cord*, edited by Eccles JC and Schade JP, Amsterdam: Elsevier, 1964, vol. II, p. 178–200.
64. Holstege 1998 Holstege G. The anatomy of the central control of posture: consistency and plasticity. *Neurosci Biobehav Rev* 22: 485–493, 1998.
65. Hasan 2005 Hasan Z. The human motor control system's response to mechanical perturbation: should it, can it, and does it ensure stability? *J Mot Behav* 37: 484–493, 2005.

66. Hesse 1943 Hesse WR. Teleokinetische und ereismaticsch Kräftesyeme in der Biomotorik. *Helvetica Physiol Acta* 1: C62–C63, 1943.
67. Sherrington 1909 Sherrington CS. On plastic tonus and proprioceptive reflexes. *Quart J Exper Physiol* 2: 109–156, 1909.
68. Grillner S. Control of locomotion in bipeds, tetrapods, and fish. In: Brookhart JM, Mountcastle VB, editors. *Handbook of physiology. The nervous system II*. Bethesda, MD: American Physiological Society; 1981. pp. 1179–1236.
69. Takakusaki K. Forebrain control of locomotor behaviors. *Brain Res Rev.* 2008;57:192–198.
70. Sinnamon HM. Preoptic and hypothalamic neurons and the initiation of locomotion in the anesthetized rat. *Prog Neurobiol.* 1993;41:323–344.
71. Takakusaki K, Chiba R, Nozu T, Okumura T. Brainstem control of locomotion and muscle tone with special reference to the role of the mesopontine tegmentum and medullary reticulospinal systems. *J Neural Transm (Vienna)* 2016;123:695–729.
72. Takakusaki K, Tomita N, Yano M. Substrates for normal gait and pathophysiology of gait disturbances with respect to the basal ganglia dysfunction. *J Neurol.* 2008;255 Suppl 4:19–29.
73. Takakusaki K. Neurophysiology of gait: from the spinal cord to the frontal lobe. *Mov Disord.* 2013;28:1483–1491.
74. DeLong MR, Wichmann T. Circuits and circuit disorders of the basal ganglia. *Arch Neurol.* 2007;64:20–24.
75. Berthoz A, Lacour M, Soechting JF, Vidal PP. The role of vision in the control of posture during linear motion. *Prog Brain Res.* 1979;50:197-209.
76. Nashner LM, Wolfson P. Influence of head position and proprioceptive cues on short latency postural reflexes evoked by galvanic stimulation of the human labyrinth. *Brain Res.* 1974 Feb 22;67(2):255-68.
77. Horak FB, Nashner LM. Central programming of postural movements: adaptation to altered support-surface configurations. *J Neurophysiol.* 1986 Jun;55(6):1369-81.
78. Johansson R, Magnusson M, Fransson PA. Galvanic vestibular stimulation for analysis of postural adaptation and stability. *IEEE Trans Biomed Eng.* 1995 Mar;42(3):282-92.
79. Mergner T, Siebold C, Schweigart G, Becker W. Human perception of horizontal trunk and head rotation in space during vestibular and neck stimulation. *Exp Brain Res.* 1991;85(2):389-404.

80. Mergner T, Huber W, Becker W. Vestibular-neck interaction and transformation of sensory coordinates. *J Vestib Res.* 1997 Jul-Aug;7(4):347-67.
81. Maurer C, Mergner T, Peterka RJ. Multisensory control of human upright stance. *Exp Brain Res.* 2006;171:231–250.
82. Shaikh AG, Meng H, Angelaki DE. Multiple reference frames for motion in the primate cerebellum. *J Neurosci.* 2004;24:4491–4497.
83. Ofluoğlu D. Beyin felcinde ortez uygulamalari [Orthotic management in cerebral palsy]. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2009 Mar-Apr;43(2):165-72.
84. Dilek B, Gözde G, Yakut Y. Serebral palsili çocuklarda ayak-ayak bileği ortezi kullanım süresini etkileyen faktörlerin incelenmesi: pilot çalışma. *JETR* 2015;2:47-52.
85. C. Sankar, N. Mundkur, Cerebral palsy-definition, classification, etiology and early diagnosis *Indian J Pediatr*, 72 (2005), pp. 865-868.
86. E. Middleton, G. Hurley, J. McIlwain, Cerebral palsy-definition, classification, etiology and early diagnosis *Indian J Pediatr*, 72 (2005), pp. 865-868.
87. Elmas M, Armento M. Engelli Çocuklar. İçinde: DeLisa JA, Gans BM, Walsh NE (Eds). *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon: İlkeler ve Uygulama*, Lippincott Williams-Wilkins, 2007 (Tur BS. Özürlü Çocuklar. In Arasıl T(Ed): *Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon Çeviri*, Ankara, Güneş Tıp Kitapevleri 2007:1493-518.
88. Carlson WE, Vaughan CL, Damiano DL, Abel MF: Orthotic management of gait in spastic diplegia. *Am J Phys Med Rehabil* 1997;76:219-225.
89. Davids, Jon R. MD; Rowan, Ferris MS, PT; Davis, Roy B. PhD, PE Indications for Orthoses to Improve Gait in Children With Cerebral Palsy, *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*: March 2007 - Volume 15 - Issue 3 - p 178-188.
90. C. Morris, Orthotic management of children with cerebral palsy *J Prosthet Orthot*, 14 (2002), pp. 150-158.
91. K.C. Jagadamma, F.J. Coutts, T.H. Mercer, J. Herman, J. Yirrell, L. Forbes, et al. Optimising the effects of rigid ankle foot orthoses on the gait of children with cerebral palsy (CP)-an exploratory trial *Disabil Rehabil Assist Technol* (2014), pp. 1-7.
92. A. Caliskan Uckun, C. Celik, H. Ucan, N.K. Ordu Gokkaya. Comparison of effects of lower extremity orthoses on energy expenditure in patients with cerebral palsy. *Dev Neurorehabil* (2013), pp. 1-5.
93. J.J. Vanwala, S. Diwan, S. Shah, N. Vyas, Effect of ankle foot orthosis on energy expenditure index and gait speed in spastic cerebral palsy children: an observational study *Int J*, 1 (2014), p. 17.

94. M.-A. Brehm, J. Harlaar, M. Schwartz. Effect of ankle-foot orthoses on walking efficiency and gait in children with cerebral palsy. *J Rehabil Med*, 40 (2008), pp. 529-534.
95. L. Van Gestel, G. Molenaers, C. Huenaerts, J. Seyler, K. Desloovere. Effect of dynamic orthoses on gait: a retrospective control study in children with hemiplegia. *Dev Med Child Neurol*, 50 (2008), pp. 63-67.
96. Davids, Jon R. MD; Rowan, Ferris MS, PT; Davis, Roy B. PhD, PE Indications for Orthoses to Improve Gait in Children With Cerebral Palsy, *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*: March 2007 - Volume 15 - Issue 3 - p 178-188.
97. Hylton NM. Postural and functional impact of dynamic AFOs and FOs in a pediatric population. *J Prosthet Orthot*. 1989;2:40-53.
98. Karaduman AA, Yıldırım SA, Yılmaz ÖT. İnme sonrası fizyoterapi ve rehabilitasyon. Ankara: Pelikan; 2013.
99. Erel S, Uygur F, Simsek IE, et al. The effects of dynamic ankle-foot orthoses in chronic stroke patients at three-month follow-up: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2011;25:515-523.
100. Morris C, Condie D. Recent developments in healthcare for cerebral palsy: implications and opportunities for orthotics. Copenhagen: International Society for Prosthetics and Orthotics; 2009.
101. Radtka SA, Skinner SR, Johanson ME. A comparison of gait with solid and hinged ankle-foot orthoses in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Gait Posture*. 2005;21:303–310.
102. Wren TL, Rethlefsen S, Kay RM. Prevalence of specific gait abnormalities in children with cerebral palsy: Influence of cerebral palsy subtype, age, and previous surgery. *J Pediat Orthoped*. 2005;25(1):79–83.
103. Durable Medical Equipment Coding System. Available at: <http://www3.palmettogba.com/dmecs/do/search>. Accessed December 28, 2006.
104. Edelstein JE, Bruckner J: *Orthotics: A Comprehensive Clinical Approach*. Thorofare, NJ: Slack Incorporated, 2002.
105. Nawoczenski DA, Epler ME: *Orthotics in Functional Rehabilitation of the Lower Limb*. Philadelphia, PA: WB Saunders Company, 1997.
106. Clover WJ: Lower extremity thermoplastics: An overview. *Journal of Prosthetics and Orthotics* 1991;3:9-13.
107. Harrington ED, Lin RS, Gage JR: Use of the anterior floor reaction orthosis in patients with cerebral palsy. *Orthotics and Prosthetics* 1984;37: 34-42.

108. Tom F. Novacheck, Gary Kroll, Aaron Rasmussen, 33 - Orthoses for Cerebral Palsy, Editor(s): Joseph B. Webster, Douglas P. Murphy, Atlas of Orthoses and Assistive Devices (Fifth Edition), Elsevier, 2019, Pages 337-349.
109. Christopher D. Lunsford, Mark F. Abel, Kevin M. King, 34 - Orthoses for Myelomeningocele, Editor(s): Joseph B. Webster, Douglas P. Murphy, Atlas of Orthoses and Assistive Devices (Fifth Edition), Elsevier, 2019, Pages 350-358.
110. Shannon M. Kelly, Seth K. Stubblefield, Laura L. Tosi, 31 - Pediatric Hip Orthoses, Editor(s): Joseph B. Webster, Douglas P. Murphy, Atlas of Orthoses and Assistive Devices (Fifth Edition), Elsevier, 2019, Pages 313-331.
111. Bronstein AM, Hood JD. The cervico-ocular reflex in normal subjects and patients with absent vestibular function. *Brain Res.* 1986;373(1-2):399-408. Epub 1986/05/14.
112. Bronstein AM. Suppression of visually evoked postural responses. *Exp Brain Res.* 1986;63(3):655-8.
113. Maurer C, Mergner T, Peterka RJ. Multisensory control of human upright stance. *Exp Brain Res.* 2006;171(2):231-50.
114. Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol.* 2002;88(3):1097-118.
115. Berg KO, Kairy D. Balance interventions to prevent falls. *Generation* 2003; 26: 75-78.
116. Nutt JG, Horak, FB. Gait and balance disorders. In: Watts RL, Koller WC, editors. *Movement Disorders.* McGraw-Hill Companies, New York. 1997: 649-660.
117. American Geriatrics Society, British Geriatrics Society and American Academy of Orthopedic Surgeons Panel on Falls Prevention. Guideline for prevention of falls in older persons. *J Am Geriatr Soc* 2001; 49: 664-672.
118. Lord SR, Clark RD, Webster IW. Postural stability and associated physiological factors in a population of aged persons. *J Gerontol.* 1991;46(3):M69-76.
119. Simoneau GG, Ulbrecht JS, Derr JA, Cavanagh PR. Role of somatosensory input in the control of human posture. *Gait Posture.* 1995;3(3):115-22.
120. (SCPE) SoCPiE Prevalence and characteristics of children with cerebral palsy in Europe. *Dev Med Child Neurol.* 2002;44(9):633-640.
121. Morrell DS, Pearson JM, Sauser DD. Progressive bone and joint abnormalities of the spine and lower extremities in cerebral palsy. *Radiographics.* 2002;22(2):257-268.
122. Beckung E, Hagberg G, Uldall P, Cans C. Probability of walking in children with cerebral palsy in Europe. *Pediatrics.* 2008;121(1):e187-e192.

123. Rodby-Bousquet E, Hägglund G. Better walking performance in older children with cerebral palsy. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(5):1286–1293.
124. Johnston TE, Moore SE, Quinn LT, Smith BT. Energy cost of walking in children with cerebral palsy: relation to the Gross Motor Function Classification System. *Dev Med Child Neurol.* 2004;46(1):34–38.
125. Morris C. A review of the efficacy of lower-limb orthoses used for cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2002;44(3):205–211.
126. Novak I, McIntyre S, Morgan C, Campbell L, Dark L, Morton N, Stumbles E, Wilson SA, Goldsmith S. A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Dev Med Child Neurol.* 2013;55(10):885–910.
127. Brehm MA, Harlaar J, Schwartz M. Effect of ankle-foot orthoses on walking efficiency and gait in children with cerebral palsy. *J Rehabil Med.* 2008;40(7):529–534.
128. Cakar E, Durmus O, Tekin L, Dincer U, Kiralp MZ. The ankle-foot orthosis improves balance and reduces fall risk of chronic spastic hemiparetic patients. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2010 Sep;46(3):363-8.
129. Novacheck, T.F. Gage, J.R. Orthopedic management of spasticity in cerebral palsy. *Childs Nerv Syst* 23, 1015–1031 (2007).
130. Colver A, Fairhurst C, Pharoah P.O. Cerebral palsy. *Lancet.* 2014;383:1240–1249.
131. Dobson F, Morris M.E, Baker R, Graham H.K. Unilateral cerebral palsy: A population-based study of gait and motor function. *Dev. Med. Child Neurol.* 2011;53:429–435.
132. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev. Med. Child Neurol.* 1997;39:214–223.
133. Sutherland D.H, Davids J.R. Common gait abnormalities of the knee in cerebral palsy. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1993;288:139–147.
134. Tsitlakidis S, Horsch A, Schaefer F, Westhauser F, Goetze M, Hagmann S, Klotz M.C.M. Gait Classification in Unilateral Cerebral Palsy. *J. Clin. Med.* 2019;8:1652.
135. Goldberg MJ (1991) Measuring outcomes in cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 11:682–685.
136. Novacheck TF, Stout JL, Tervo R (2000) Reliability and validity of the Gillette Functional Assessment Questionnaire as an outcome measure in children with walking disabilities. *J Pediatr Orthop* 20:75–81.

137. Dobson F, Morris ME, Baker R, et al. Clinician agreement on gait pattern ratings in children with spastic hemiplegia. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2006;48:429–435.
138. Nadire Berker A, Selim Yalcin M. Cerebral palsy: orthopedic aspects and rehabilitation. *Pediatr Clin N Am*. 2008;55:1209–122.
139. Tilton AH. Therapeutic interventions for tone abnormalities in cerebral palsy. *NeuroRx*. 2006;3:217–24.
140. Dursun E, Dursun N, Alican D. Ankle foot orthoses: Effect on gait in children with cerebral palsy. *Disabil Rehabil*. 2002;24:345–7.
141. Berweck S, Heinen F. Use of botulinum toxin in pediatric spasticity (cerebral palsy). *Mov Disord*. 2004;19:S162–7.
142. Abel MF, Damiano DL, Pannunzio M, et al. Muscle-tendon surgery in diplegic cerebral palsy: functional and mechanical changes. *J Pediatr Orthop*. 1999;19:366–75.
143. Gage JR. Surgical treatment of knee dysfunction in cerebral palsy. *Clin Orthop*. 1990:45–54.
144. Perry J. NJ: Slack Incorporated; Thorofare: 1992. Section one - fundamentals, *Gait Analysis: Normal and pathological function*. pp. 1–19.
145. Davids JR, Rowan F, Davis RB. Indications for orthoses to improve gait in children with cerebral palsy. *J Am Acad Orthop Surg*. 2007;15:178–188.
146. Dabney, Kirk W. MD1, a; Miller, Freeman MD1 *Current Approaches in Cerebral Palsy, A Focus on Gait Problems: Editorial Comment, Clinical Orthopaedics and Related Research: May 2012 - Volume 470 - Issue 5 - p 1247-1248*.
147. Sarıkaya IA, Inan M. Patolojik Yürüme. *Türk Ortopedi ve Travmatoloji Birliği Dergisi* 2014, Sayı 4.
148. Knutsson E, Richards C. Different types of disturbed motor control in gait of hemiparetic patients. *Brain* 1979;102(2):405–30.
149. Kerrigan DC, Deming LC, Holden MK. Knee recurvatum in gait: a study of associated knee biomechanics. *Arch Phys Med Rehabil* 1996;77(7):645–50.
150. Yawn BP, Yawn RA. The estimated cost of school scoliosis screening. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25:2387e91.
151. Raso VJ, Lou E, Hill DL, et al. Trunk distortion in adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop* 1998;18:222e6.

152. Boice Jr JD. Carcinogenesis: a synopsis of human experience with external exposure in medicine. *Health Phys* 1988;55:621e30.
153. Morin Doody M, Lonstein JE, Stovall M, et al. Breast cancer mortality after diagnostic radiography: findings from the U.S. Scoliosis Cohort Study. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25:2052e63.
154. Ronckers CM, Land CE, Miller JS, et al. Cancer mortality among women frequently exposed to radiographic examinations for spinal disorders. *Radiat Res* 2010;174:83e90.
155. Nash Jr CL, Gregg EC, Brown RH, Pillai K. Risks of exposure to Xrays in patients undergoing long-term treatment for scoliosis. *J Bone Joint Surg Am* 1979;61:371e4.
156. Huda W, Nickoloff EL, Boone JM. Overview of patient dosimetry in diagnostic radiology in the USA for the past 50 years. *Med Phys* 2008;35:5713e28.
157. Upadhyay SS, Burwell RG, Webb JK. Hump changes on forward flexion of the lumbar spine in patients with idiopathic scoliosis. A study using ISIS and the Scoliometer in two standard positions. *Spine (Phila Pa 1976)* 1988;13:146e51.
158. Parent EC, Damaraju S, Hill DL, et al. Identifying the best surface topography parameters for detecting idiopathic scoliosis curve progression. *Stud Health Technol Inform* 2010;158:78e82.
159. He JW, Yan ZH, Liu J, et al. Accuracy and repeatability of a new method for measuring scoliosis curvature. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009;34:E323e9.
160. Park EY. Stability of the gross motor function classification system in children with cerebral palsy for two years. *BMC Neurol*. 2020 May 6;20(1):172.
161. Castañeda, M. B, Cabrera, A. F, Navarro, Y, y De Vires, W. (2010). Procesamiento de datos y análisis estadístico utilizando SPSS. EDIPUCRS.
162. Swinnen E, Baeyens JP, Van Mulders B, Verspecht J, Degelaen M. The influence of the use of ankle-foot orthoses on thorax, spine, and pelvis kinematics during walking in children with cerebral palsy. *Prosthet Orthot Int*. 2018 Apr;42(2):208-213.
163. Figueiredo EM, Ferreira GB, Maia Moreira RC, et al. Efficacy of ankle-foot orthoses on gait of children with cerebral palsy: systematic review of literature. *Pediatr PhysTher* 2008; 20: 207–223.
164. Ries AJ, Novacheck TF and Schwartz MH. The efficacy of ankle-foot orthoses on improving the gait of children with diplegic cerebral palsy: a multiple outcome analysis. *PMR* 2015; 7: 922–929.

165. Degelean M, De Borre L, Salvia P, et al. Effect of ankle-foot orthoses on trunk sway and lower limb intersegmental coordination in children with bilateral cerebral palsy. *J Pediatr Rehabil Med* 2012; 5: 171–179
166. Swinnen E, Goten LV, De Koster B, et al. Thorax and pelvis kinematics during walking, a comparison between children with and without cerebral palsy: a systematic review. *NeuroRehabilitation* 2016; 38: 129–146.



EKLER

EK-1. Enstitü Yönetim Kurulu Kararı



T.C.
HASAN KALYONCU ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ

Sayı :E-97105791-804.01-2106180026

Tarih:18.06.2021

Konu :Tez Konu Başlığı Hk.

Sayın Yasin YÜREKLİ

Enstitü Yönetim Kurulunun 13.05.2020 tarih ve 2020/10 nolu kararına göre; tez konu başlığınız Tablo'da belirtilen şekilde uygun bulunmuş olup; Gereğini bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. İbrahim Halil GUZELBEY
Müdür Vekili

ÖĞRENCİNİN NUMARASI ADI-SOYADI	TEZ KONU BAŞLIĞI
194104001 Yasin YÜREKLİ	Serebral Palsili Çocuklarda Plastik Ayak Ayakbileği Ortezlerinin (PAFO) Gövde Pozisyonu Üzerine Etkisinin Araştırılması.

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu:e2624ace

Belge Doğrulama Adresi: <http://ebys.hku.edu.tr/Dogrulama/Index>

Adres :Havaalanı Yolu Üzeri 8.Km - Şahinbey / GAZİANTEP

İrtibat:0(342) 211 80 80

Tel / Fax :0(342) 211 80 80 / 0(342) 211 80 81

Web:www.hku.edu.tr

Keş Adresi :hasankalyoncu.univ@hs01.kep.tr

e-Posta:info@hku.edu.tr



EK-2: Etik Kurul Onayı



EK-3 Kurum İzin belgesi



Zamanlı Kalk Ve Yürü Testi The Timed Up and Go (TUG) Test

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

Yaşlılarda düşme riskini ve mobilitayı değerlendiren testin uygulanışı için bir sandalye ve bir kronometre gereklidir.

Test hastanın her zaman kullandığı ayakkabı ile yapılır ve eğer ihtiyaç duyuyorsa yürümeye yardımcı araçlarını kullanabileceği söylenir. Sandalyenin önündeki 3 metrelik alan belirlenir. Hastadan sandalyeden kalkıp bu mesafeyi yürüyüp tekrar oturması istenir. Geçen zaman testin sonucunu verir.



Geçen Süre: _____ saniye

Yaşlı bir birey bu testi 12 saniyeden daha uzun sürede tamamlıyorsa düşme riski vardır

Var olanları işaretleyin:

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Yavaş ve değişken tempo | <input type="checkbox"/> Denge kaybı |
| <input type="checkbox"/> Kısa adım aralığı | <input type="checkbox"/> Kol sallama kısa ya da yok |
| <input type="checkbox"/> Duvara tutunuyor. | <input type="checkbox"/> Ayaklarını sürüyor |
| <input type="checkbox"/> Kalıp gibi dönüyor | <input type="checkbox"/> Yürüme araçlarını düzgün kullanmıyor |

Fonksiyonel Uzanma Testi

(Functional Reach Test)

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

Fonksiyonel Uzanma Testi hasta ayakta iken (Fonksiyonel Uzanma) veya otururken (Modifiye Fonksiyonel Uzanma) uygulanabilir. Denemeler arasında 15 saniyelik bir dinlenme molasına izin verilmesi uygun olacaktır.

Gereçler: Duvarda işaretleme yapabilmek için renkli bant (izolasyon bandı olabilir) ve uzunca cetvel (duvara montesi bant ile de yapılabilir.)

Fonksiyonel Erişim (ayakta durma talimatları):

- Hastadan bir duvarın yanında yan durması ve duvara yakın olan kolunu duvara değdirmeden omuz 90° fleksiyonda, dirsek ekstansiyonda ve yumruğu kapalı olarak beklemesi istenir.
- Değerlendirici, 3. metakarp başı hizasını duvardaki cetvelle işaretler.
- Hastadan "adım atmadan uzanabildiği kadar uzanması" istenir.
- 3. Metakarp başının yeni yeri işaretlenir.
- Skorlar, başlama ve bitiş konumu arasındaki fark ölçülerek belirlenir. Üç deneme yapılır ve son iki denemenin ortalaması alınır.

Modifiye Fonksiyonel Erişim Testi (ayakta duramayan bireyler için uyarlanmıştır):

- Bir sandalyeye otururken, etkilenmemiş kolda; hastanın akromiyon seviyesi hizasında duvara monte edilmiş düz bir ölçüm çubuğu ile gerçekleştirilir.
- Kalça, diz ve ayak bileği 90° fleksiyonda olup ayakları düz olarak yere temas eder.
- Başlangıç noktası; oturur konumdaki hasta sandalyeye yaslanmış olarak kol 90° fleksiyonda (sağa-sola uzanımlar ölçülürken ise 90° abduksiyonda) iken üçüncü metakarpın distal ucu duvardaki cetvel işaretlenerek belirlenir. Üç deneme yapılır. Aşağıdaki şartlar sağlanmalıdır.
 - Etkilenmemiş taraf duvara yakın olarak oturup öne eğiliniz.
 - Sırtınız duvara bakacak şekilde oturup sağa eğiliniz.
 - Sırtınız duvara bakacak şekilde oturup sağa eğiliniz.

Duncan, P. W., D. K. Weiner, et al. (1990). "Functional reach: a new clinical measure of balance." J Gerontol 45(6): M192-197.

Tarih	1. Ölçüm	2. Ölçüm	3. Ölçüm	Ortalama (2+3/2)

2 Dakika Yürüme Testi (2DYT) 2-Minute Walk Test (2MWT)

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

Orta-ciddi kalp veya akciğer hastalığında tedavi yanıtını değerlendirmek ya da tek seferlik ölçümle (Alzheimer, yaşlı hasta, MS, Parkinson, Osteoartrit, Spinal kord yaralanması, İnme gibi hastalıklarda) kişinin mortalite ve morbiditesinde belirleyici olan fonksiyonel kapasitesini değerlendirmek için kullanılan bir testtir.

Testin yapılacağı alanın 30 metre uzunluğunda, düz ve sert zemine sahip bir koridor olması önerilir. Koridor uzunluğu 3m'de bir işaretlenmelidir. Dönüş bölgeleri turuncu renkli trafik konisi gibi bir cisimle belirtilmelidir. Başlangıç ve bitiş için bir çizgi belirlemelidir (Yürüme etabının toplam 60m olması önerilir. 30 m'den kısa koridorda dönüşler ekstra yavaşlama ve zaman kaybına neden olacağı için sonucun daha düşük ölçülmesine neden olur. Yürüyüş tempo ve ritmini cihaz sabitlediği için yürüme bandında testin yapılması önerilmez). Test için önerilen malzemeler; kronometre, dönüş noktalarını belirleyen koniler, kolay ulaşılabilecek bir yere konmuş sandalye, oksijen desteği (ihtiyaç halinde kullanılmak üzere), tansiyon aleti, defibrilatör (MI vs durumunda). Hasta rahat kıyafet ve yürüyüş için uygun yapıda ayakkabı giymiş olmalı. Her zamanki kullandığı baston, walker gibi yardımcı yürüme cihazlarını kullanabilir. İlaç vs tedavisini her zamanki gibi alır. Testten önce hafif yemek yemiş olmalıdır. Testten önceki 2 saat içinde ağır bedensel aktivite yapmamış olmalıdır.

Test yapılmadan önce ısınma periyodu yapılmamalıdır. Eğer başka gün tekrar edilecekse mümkün mertebe aynı saatlerde yapılmalıdır. Hasta başlangıç çizgisinin yakınındaki bir sandalyede oturarak 10 dk dinlenir. TA ölçümü ve MI anjina öyküsü sorgulanır. Hasta ile beraber yürümeyiniz. Hasta konuşmadan yürümelidir. Tamamlanan her dakika sonrasında "Gayet güzel gidiyor. ... dakikanız kaldı" (her dakikaya ait süre) şeklinde açıklama yapılır.

Hastaya okunacak yönerge:

Bu testin hedefi 2 dakika içinde yürüyebileceğiniz en fazla mesafeyi yürümenizdir. Bu süre boyunca yorulacaksınız. Belki nefesiniz daralacak ve kendinizi çok yorgun hissedebilirsiniz. İhtiyaç duyduğunuz yer ve zamanda yavaşlayıp durabilir ve dinlenebilirsiniz. Bu sırada duvara tutunabilirsiniz. Ancak kendinizi hazır hissettiğiniz an tekrar yürümeye başlayın. Her 2 işaret mesafesinin arasında durmadan, beklemeden gidip gelerek yürüyeceksiniz. Şimdi size nasıl yürüyeceğinizi ve dönerken hiç beklemeden nasıl devam edeceğinizi göstereceğim. Siz e başla dediğimde yürümeye başlayın. "Başla"

Hastanın 2DYT Mesafesi (metre): _____

Tek Ayak Üzerinde Durma Testi

Single Leg Stance Test

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

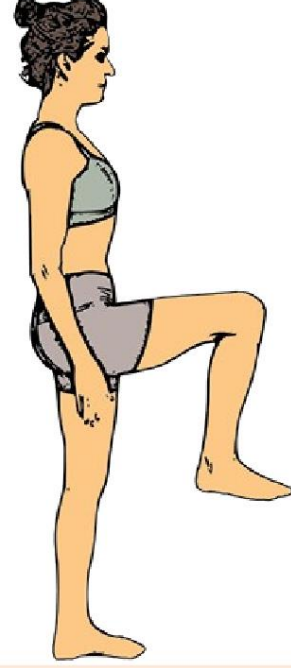
Bu test denge ve statik ayakta durma yeteneğini ölçmeye yarar. Bireyin düşme riski hakkında fikir verir.

Hasta ayakta dururken tek ayağını yukarı kaldırmaması istenir. Süre baston gibi bir yardımcı araç kullanıyorsa onu tutmayı bıraktığı an kullanmıyorsa da ayağını yukarı kaldırdığı an tutulur. Hastanın ayağı yere temas etmesiyle birlikte süre durdurulur. 30 saniye tek ayak üzerinde durabilmişse testin bittiği söylenir.

Hastaya okunacak yönerge:

Bu test sizin ayakta durma dengenizi değerlendirecektir. Şimdi göstereceğim gibi tek ayağınız üzerinde durabildiğiniz süre boyunca durmanızı isteyeceğim (Hastaya nasıl yapacağını gösterin). İstedığınız ayak üzerinde durmakta serbestsiniz. Ayağınızı havada istediğiniz şekilde tutabilirsiniz ancak boşta duran ayağınızı diğer ayağa yaslamayın.

Kesme değeri <10 saniye ise denge bozukluğu vardır, <5 saniye ise düşme riski vardır.



Bruno J. Vellas (1997) J Am Geriatr Soc. 1997 Jun;45(6):735-8.

Tamamlanan süre (sn.): _____

Kaba Motor Fonksiyonel Sınıflandırma

Gross Motor Function Classification System (GMFCS)

Hastanın Adı Soyadı: _____

Tarih: ____/____/____

Serebral palsi için geliştirilen bu sınıflama sisteminde seviyeler arası temel farklılık günlük yaşam aktivitelerinde yerinin olmasıdır. Aşağıda her seviye için genel başlıklar vardır. Ancak her bir seviye için çeşitli yaş aralıklarında ayrı ayrı tanımlar verilmiştir. İki yaşın altındaki çocuklar eğer prematürelse düzeltilmiş yaşları göz önüne alınmalıdır.

Temel Yaş Grupları

0-2 yaş

2-4 yaş

4-6 yaş

6-12 yaş

12-18 yaş

Seviye	Her Bir Seviye için Genel Tanımlar
1	Kısıtlama olmaksızın yürür.
2	Kısıtlamalarla yürür.
3	Elle tutulan hareketlilik araçlarını kullanarak yürür.
4	Kendi kendine hareket sınırlanmıştır. Motorlu hareketlilik aracını kullanabilir.
5	Elle itilen bir tekerlekli sandalyede taşınır

Hastanın Seviyesi:

Seviye	0-2 Yaş İçin Kaba Motor Fonksiyonel Sınıflandırma
1	Bu seviyedeki bebekler oturma pozisyonu alabilir ve bozabilir, her iki eli nesnelere hareket ettirmek üzere serbestken yerde oturur. 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 yürürler.
2	Yerde oturmayı sürdürebilirler. Fakat dengeyi korumak için ellerini destek olarak kullanmaya ihtiyaç duyabilirler. Karnın üstü sürünür ya da elleri ve dizleri üzerinde emeklerler. Kendini çekerek kalkabilir, mobilyadan tutunarak adım atabilirler.
3	Alt gövdeden desteklendiğinde yerde oturmayı sürdürebilirler. Dönebilir ve karnı üzerinde öne doğru sürünebilirler.
4	Baş kontrolü vardır. Fakat yerde otururken gövde desteğine gereksinim duyarlar. Sırtüstü ve yüzüstü dönebilirler.
5	Fiziksel yetersizlikler istemli hareket kontrolünü kısıtlar. Yüzüstü ve oturmada baş ve gövde duruşunu yer çekimine karşı koruyamazlar. Bebekler, dönmek için bir yetişkinin yardımına ihtiyaç duyarlar.

Seviye	2-4 Yaş İçin Kaba Motor Fonksiyonel Sınıflandırma
1	Bu seviyedeki çocuklar her iki eli nesnelere hareket ettirmek üzere serbestken yerde oturur. Yerde oturma ve ayağa kalkmayı bir yetişkin yardımı olmaksızın yapabilirler. Tercih ettikleri yöntemle ve bir yardımcı araç olmaksızın yürürler.
2	Yerde otururlar. Fakat her iki eli nesnelere hareket ettirmek için serbest olduğunda denge sağlamakta zorluk yaşayabilirler. 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.
3	W şeklinde (kalça ve dizler fleksiyon ve internal rotasyonda oturma) yerde oturmayı sürdürür ve oturma pozisyonuna gelmek için bir yetişkinin yardımına ihtiyaç duyarlar. Temelde 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. Elle tutulan hareketlilik aracı (yürüteç) kullanarak ev içinde kısa mesafe yürüebilir ve dönme ve yönlenme için bir yetişkinin yardımı gerekir.
4	Çocuklar yerleştirildiklerinde yerde oturabilirler, fakat ellerinin desteği olmaksızın düzgün duruşlarını ve dengelerini koruyamazlar. Sıklıkla ayakta durmak ve oturmak için uyarlanmış donanıma gereksinim duyarlar. Kısa mesafede (oda içerisinde) kendi kendine hareketlilik dönme, karnı üzerinde sürünme ya da resiprokal bacak hareketleri olmaksızın elleri ve dizleri üzerinde emekleme ile başarılıdır.
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 donanım ve yardımcı teknoloji kullanımı ile tamamen karşılanamaz. Seviye 5'deki çocuklar bağımsız olarak hareket edemezler ve taşınırlar. Bazı çocuklar geniş çaplı uyarlamalı motorlu tekerlekli sandalye kullanarak kendi kendine hareketliliği elde ederler.

EK-5 Gönüllüleri Bilgilendirme Formu



Ek-3

GÖNÜLLÜLERİ BİLGİLENDİRME VE OLUR (RIZA) FORMU

BU BÖLÜME ARAŞTIRMAYA GÖNÜLLÜ KATILAN KATILIMCILARA ARAŞTIRMA AMACI, YÖNTEMİ VE ARAŞTIRMADA KATILIMCIDAN NELER BEKLENDİĞİ KONUSUNDA AÇIKLAYICI BİLGİ YAZILACAKTIR.

YUKARIDAKİ BİLGİLERİ OKUDUM, BUNLAR HAKKINDA BANA YAZILI VE SÖZLÜ AÇIKLAMA YAPILDI. BU KOŞULLARDA SÖZ KONUSU ARAŞTIRMAYA KENDİ RIZAMLA, HİÇBİR BASKI VE ZORLAMA OLMASIZIN KATILMAYI KABUL EDİYORUM.

Gönüllünün Adı, Soyadı, İmzası, Adresi (varsa telefon numarası)

Araştırmayı yapan sorumlu araştırmacının Adı, Soyadı, İmzası

Döküman no: F.FR.72 Yayın Tarihi: 04.02.2019 Rev no/Tarih: 00/--

EK-6 Tez İntihal Raporu



EK-7 Kısa Özgeçmiş

