

Özgün araştırma

## Serebral Palsi ve Nöromusküler Hastalığı olan Çocuklarda Yürüyüş için Kullanılan Ayak ve Ayak Bileği Ortezlerinin Yürüme Performansı ve Enerji Harcamasına Etkilerinin İncelenmesi

Pınar Kısacık<sup>1</sup>, Elif Kırdı<sup>2</sup>, Şulenur Yıldız<sup>3</sup>

Gönderim Tarihi: 20 Ağustos, 2021

Kabul Tarihi: 23 Ekim, 2021

Basım Tarihi: 31 Aralık, 2021

### Öz

**Amaç:** Bu çalışmanın amacı; serebral palsi (SP) ve nöromusküler hastalığı (NMH) olan çocuklarda yürüyüş için kullanılan ayak ve ayak bileği ortezlerinin (AFO) yürüme performansı ve enerji harcamasına etkilerinin incelenmesidir.

**Gereç ve Yöntem:** Retrospektif tanımlayıcı bir araştırma dizaynı içerisinde hastalara, ortez kullanmaksızın ve ortez kullanılarak uygulanmış olan 6 Dakika Yürüme Testi (6DYT) ile elde edilen yürüme mesafesi, kalp atım hızı, solunum frekansı, dispne ve genel yorgunluk şiddetinin (Borg skalası ile) değerlendirme sonuçları SP ve NMH tanısı olan çocuklar arasında karşılaştırıldı. Ayrıca çocukların yürüme sırasındaki enerji tüketimlerinin hesaplanması amacıyla Fizyolojik Harcama İndeksi kullanıldı.

**Bulgular:** Ocak 2018 –Aralık 2019 tarih aralığını kapsayan dosya taramaları sonucunda dahil edilme kriterlerine uygun olan çocukların 13'ü (%52) SP grubu olarak, 12'si (% 48) ise NMH grubu olarak gruplandırıldı. 6DYT kapsamında elde edilen kalp atım hızı, solunum frekansı, dispne ve yorgunluk şiddeti değerleri, kaydedilen yürüme mesafesindeki değişimler ve enerji tüketimleri her iki grup için de ortez kullanılmadığı ve kullanıldığı durumlarda benzer değişim gösterdi ( $p>0,05$ ). Gruplar arası karşılaştırmalarda ortez kullanımı ile yürüyüş performansı ve enerji tüketimi açısından fark olmadığı sonucuna ulaşıldı ( $p>0,05$ ).

**Sonuç:** Bu retrospektif çalışmada AFO kullanımının SP ve NMH'li çocuklarda tanıdan bağımsız olarak yürüyüş performansını ve enerji tüketimini etkilediği sonucuna ulaşıldı. Her ne kadar konuya ilişkin genel bir bakış sağlamaya çalışılsa da, alanda biyomekanik etkilerin de dahil edildiği çok faktörlü etkileri inceleyen daha kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulduğu görülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Ayak-ayak bileği ortezleri, Serebral Palsi, nöromusküler hastalıklar, yürüyüş, fizyolojik harcama indeksi.

<sup>1</sup>Pınar Kısacık. Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Ankara, Türkiye, [pinar\\_dizmek@hotmail.com](mailto:pinar_dizmek@hotmail.com)

<sup>2</sup>Elif Kırdı (Sorumlu Yazar). Hacettepe Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu Ortopedik Protez ve Ortez Programı, Ankara, Türkiye, [elifkaragul996@gmail.com](mailto:elifkaragul996@gmail.com)

<sup>3</sup>Şulenur Yıldız. Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Ankara, Türkiye, [sulenur.subasi@hacettepe.edu.tr](mailto:sulenur.subasi@hacettepe.edu.tr)

Original Research

## Investigation of the Effects of Foot and Ankle Orthoses in Children with Cerebral Palsy and Neuromuscular Disease on Gait Performance and Energy Expenditure

Pınar Kısacık <sup>1</sup> , Elif Kırdı <sup>2</sup> , Şulenur Yıldız <sup>3</sup> 

Sub. Date: 20<sup>th</sup> August 2021

Accept. Date: 23<sup>rd</sup> October 2021

Pub.Date: 31<sup>st</sup> December, 2021

### Abstract

**Objective:** The aim of this study was to investigate the effects of foot and ankle orthoses (AFO) used for walking in children with cerebral palsy and neuromuscular disease on walking performance and energy expenditure.

**Materials and Methods:** In a retrospective descriptive study design, the 6 Minute Walk Test (6MWT) was performed with and without orthoses. The evaluation results of walking distance, heart rate, respiratory rate, dyspnea, and general fatigue severity (with Borg scale) were compared between children with a diagnosis of cerebral palsy (CP) and neuromuscular disease (NMD). In addition, the Physiological Cost Index was used to calculate the energy expenditure of the children during walking.

**Results:** As a result of file scans covering the date range January2018-December2019, 13 (52 %) of the children who were eligible for inclusion criteria were grouped as the SP group and 12 (48 %) as the NMD group. Heart rate, respiratory rate, dyspnea, and fatigue severity values, changes in recorded walking distance, and energy consumption within the scope of 6MWT showed similar changes for both groups when performing with and without orthosis ( $p>0.05$ ). In between-group comparisons, it was concluded that there was no difference between gait performance and energy consumption with and without orthosis ( $p>0.05$ ).

**Conclusion:** In this retrospective study, it was concluded that the AFOs affects gait performance and energy consumption in children with CP or NMD, regardless of the diagnosis. Although there is an attempt to provide an overview of the topic, it seems there is a need for more comprehensive research in the field to present multifactorial effects, including biomechanical effects.

**Keywords:** Ankle-foot orthosis, Cerebral Palsy, neuromuscular diseases, gait, physiologic cost index.

<sup>1</sup>Pınar Kısacık. Hacettepe University Faculty of Physical Therapy and Rehabilitation, Ankara, Turkey, [pinar\\_dizmek@hotmail.com](mailto:pinar_dizmek@hotmail.com)

<sup>2</sup>Elif Kırdı (Corresponding Author). Hacettepe University Vocational School of Health Services, Ankara, Turkey, [elifkaragul996@gmail.com](mailto:elifkaragul996@gmail.com)

<sup>3</sup>Şulenur Yıldız. Hacettepe University Faculty of Physical Therapy and Rehabilitation, Ankara, Turkey, [subasisulenur@gmail.com](mailto:subasisulenur@gmail.com)

## **Giriş**

Çocukluk çağında yürüyüşü doğrudan etkileyen durumların başında Serebral palsi (SP) gelmektedir. SP, beyin hasarıyla birlikte çocukluk çağı motor ve zihinsel özürlerine yol açan ve bununla birlikte pek çok komplikasyonu da beraberinde getiren bir durumdur (Forghany ve diğ., 2013). SP'li çocukların 2/3'ünün yürüme yardımcısı kullanarak veya kullanmaksızın bağımsız olarak yürüdüğü bildirilmiştir (Beckung ve diğ., 2008; Rodby-BousquetveHagglund, 2012). Ancak SP'li çocuklar yaşitlarına göre daha geç ve farklı yürüme paternlerinde yürümektedirler ve bu nedenle fonksiyonu arttırma, kontraktürleri önleme ve enerji harcamasını azaltma gibi amaçlarla ayak-ayak bileği ortezlerinin (Ankle Foot Othosis- AFO) yürüyüş sırasında kullanımı önerilmektedir (Morris ve diğ., 2011; Novak ve diğ., 2013).

Çocukluk çağında yürüyüşü etkileyen en önemli hastalık gruplarından bir diğeri ise nöromusküler hastalıklardır (NMH). Bunlar içerisinde en fazla görülen Duchenne musküler distrofi (DMD) olarak isimlendirilen genetik geçişli hastalıkta gelişimsel basamakların çoğu neredeyse zamanında gerçekleşirken, yürüyüş 18 ay veya daha sonrasında gerçekleştirilebilmektedir (Stevens, 2006). Ancak DMD'li çocukların proksimal kas zayıflığının görülmeye başlaması ile birlikte Trendelenburg yürüyüşü yapmaya, merdiven aktiviteleri gibi aktivitelerde zorlanmaya başladıkları bildirilmiştir (Biggar, 2006). Çocuk büyüdükçe ilerleyici olan kas zayıflığı yürüyüşün kaybedilmesine yol açmakta, kontraktürler, postüral bozukluklar ve solunuma ilişkin sorunların da eklenmesiyle ambulasyon ikinci dekatta kaybedilmektedir (Biggar, 2006). Bu noktada DMD'li çocukların rehabilitasyonunda, kontraktürlerin gelişiminin engellenmesi ve yürüyüşün mümkün olduğunca devamlılığının sağlanması temel hedeftir. Fonksiyonelliği sürdürmek adına çeşitli egzersiz yaklaşımları, ortezler, adaptif ve yardımcı araçların kullanımı önerilmektedir (Bushby ve diğ., 2010). Çalışmalarda yürüyüş sırasında AFO veya diz, ayak ve ayak bileği ortezlerinin (KAFO) kullanımından uygun hastaların fayda gördükleri, düşmelerin önlenerek daha güvenli bir yürüyüş paternine ulaşılabilceği belirtilmektedir (Stevens, 2006; Stuberg, 2001).

Spinal musküler atrofiler (SMA) ise çocukluk çağı nöromusküler hastalıkları arasında en sık rastlanan ikinci hastalık grubunu oluşturmaktadırlar (Emery, 1991). SMA farklı alt gruplardan oluşmakta ve bu gruplar; hastalık seyri, etkilenim düzeyi ve fonksiyonellik açısından farklılıklar göstermektedir. SMA-Tip 3 olarak adlandırılan en hafif formu; proksimal kas güçsüzlüğü ve ambulasyonun etkilenimine karşın yürüyüşü sürdürebilen formunu oluşturmaktadır (de Grootvede Witte, 2005; Piepers ve diğ., 2008). DMD'ye benzer şekilde

SMA-Tip3 rehabilitasyonu da fonksiyonelliği sürdürmek adına çeşitli egzersiz yaklaşımları, ortezler, adaptif ve yardımcı araçların kullanımını içermektedir (Mercuri ve diğ., 2018).

Daha yaygın olarak Charcot-Marie-Tooth hastalığı olarak anılan herediter duyuşal ve motor nöropatiler (HSMN) hem duyuşal hem de motor kayıplara neden olan kalıtsal polinöropatilerdir (Newman ve diğ., 2007). HSMN’de zayıflık ve duyuşal kayıp periferden ayak intrinsik kaslarında başlayarak alt ekstremite kas gruplarını etkileyerek merkeze doğru ilerlemektedir. Ayak deformitelerini takiben yürüyüş paterninde de bozulmalar meydana gelmektedir (Newman ve diğ., 2007; VincivePerelli, 2002).

Yürüme becerileri ve dayanıklılığın değerlendirilmesi fonksiyonel hareketliliğin doğrudan ölçümleri olarak kabul edilmektedir. Ayrıca klinik olarak anlamlı ve değişime duyarlı sonuçlar sunması açısından da araştırmacı ve klinisyenler açısından dikkate değer bir parametre olarak kabul edilmektedir (Montes ve diğ., 2010). SP ve NMH olan çocuklarda yürüyüş performansını arttırmak amacıyla yürüyüş sırasında başlıca PAFO, UCBL, ark takviyeleri gibi ayak ve ayak- ayak bileği ortezlerinin kullanımının yaygın olduğunu görülmektedir (Aboutorabi ve diğ., 2017; Mercuri ve diğ., 2018). NMH’li çocuklarda AFO geç ambulatuvar evrede de yürümenin sürdürülebilmesi, yürüme hızı ve merdiven çıkmadaki zorluğun iyileştirilmesi, düşmelerin önlenmesi amaçlarıyla kullanılmaktadır (Stevens, 2006). SP’li çocuklarda kullanılan AFO’ların çeşitli amaçları olduğu görülse de; deformiteleri önleme, hareket kontrolüyle yürüyüş dinamiklerini geliştirmek, ayak tabanı-zemin arası doğru teması sağlamak temel amaçlar arasında yer almaktadır (Danino ve diğ., 2016).

Literatüre bakıldığında NMH ve SP tanılı hastalarda AFO kullanımının yürüme performansı ve enerji harcamalarına etkilerini değerlendiren araştırmalar bulunmaktadır, ancak AFO kullanımı ile bu bireylerin karşılaştırmalı sonuçlarının incelendiği çalışmaların nadir olduğu görülmektedir (Aboutorabi ve diğ., 2017; Mercuri ve diğ., 2018). Mekanizmaları farklı olmasına rağmen optimal yürüyüşten farklı yürüme paternlerinde, kompensasyonlarla ambule olan SP ve NMH olan çocuklarda önerilen AFO’ların farklı sonuçlar ortaya çıkarabileceği düşüncesiyle deneyimlerimizi meslektaşlarımızla paylaşarak, SP ve NMH olan çocuklarda yürüyüş için kullanılan AFO’ların yürüme performansı ve enerji harcamasına etkilerini karşılaştırmalı olarak incelemek amacıyla bu çalışmayı planladık.

### **Gereç ve Yöntem**

Retrospektif tanımlayıcı bir araştırma dizaynı içerisinde mevcut hasta dosyalarının taranması ve dahil edilme kriterlerine uygun olan hastaların verilerinin kullanılması ile

gerçekleştirilmesi planlanan çalışma için Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 15.12.2020 tarih ve GO 20/1148 Proje No ile onay alındı.

Bu araştırmada, Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi Ortez ve Biyomekanik Ünitesi'ne ilgili hekimleri veya fizyoterapistleri tarafından Ocak 2018-Aralık 2019 yılları arasında ortez uygunluğunun belirlenmesi ve rehabilitasyonu amaçlarıyla yönlendirilen SP veya NMH nedeniyle yürüyüşü etkilenmiş ancak ambulasyonunu kaybetmemiş; bağımsız olarak yürüyebilen; yürüyebilmek için koltuk değneği, yürüteç gibi eksternal destek veya yardımcıya ihtiyacı olmayan çocukların dosyalarından elde edilen veriler kullanıldı. Bunlara ek olarak test protokolünün doğru uygulanması için en uygun yaşlar olarak önerilen 5-16 yaş aralığında olan ve tanısı uzman hekim tarafından belirlenmiş çocukların dosyalarındaki veriler çalışmaya dahil edildi (Geiger ve diğ., 2007). Son 6 ay içerisinde özellikle alt ekstremitayı ilgilendiren ortopedik veya nörolojik problemler nedeniyle cerrahi veya diğer invaziv işlemleri (botox uygulamaları gibi) geçirmiş olanlar, mental etkilenimi nedeniyle test protokolüne katılmaya uygun olmayanlar, yürüyüş sırasında ortez kullanması gerekli olmayan (sadece istirahat AFO'su kullanan) veya ciddi kontraktürler nedeniyle ortez kullanmaya uygun olmayan cerrahi endikasyonu olan çocukların dosyalarındaki veriler tarama dışı bırakıldı.

Hasta dosyaları incelenerek; tanı, yaş, yürüyüş sırasında kullanılan ortez bilgileri kaydedildi. Temel değerlendirme olarak 6DYT'nin ortez kullanmaksızın ve ortez kullanarak yapılan değerlendirmeler sonucu elde edilen yürüme mesafesi, kalp atım hızı, solunum frekansı, dispne ve genel yorgunluk şiddetinin Borg skalası ile değerlendirilerek elde edilen değerlendirmelerine ilişkin sonuçlar her hasta için ayrıca oluşturulmuş veri toplama formlarına kaydedildi. Çocukların yürüme sırasındaki enerji tüketimlerinin hesaplanması amacıyla Fizyolojik Harcama İndeksi (FHI) (yürüyüş kalp atım hızı – istirahat kalp atım hızı / yürüme hızı) kullanıldı (Raja ve diğ., 2007). İstirahat ve yürüyüş kalp atım hızları olarak 6DYT öncesinde ve sonrasında kaydeden kalp atım hızları alındı. Yürüme hızı; 6DYT sonrasında çocuğun yürüdüğü mesafenin 6 dakikaya bölünmesi ile hesaplandı (Laboratories, 2002).

Yürüyüş performansının ve dolayısıyla fonksiyonel hareketliliğin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan testlerden biri de *6 Dakika Yürüme Testi (6DYT)*'dir. 6DYT egzersiz kapasitesinin objektif bir değerlendirmesi olmasının yanı sıra, test yoğunluğu kendi kendine seçildiği için bir kişinin yeteneğini temsil eder. 6DYT, fonksiyonu değerlendirmek için kullanılmakta ve özellikle farklı nörolojik bozukluklarda klinik olarak anlamlı bir son nokta olarak kabul edilmektedir (Andersson ve diğ., 2006; Takeuchi ve diğ., 2008). 6DYT ayrıca sağlıklı çocuklarda ve pediatrik bozukluklarda da geçerli, güvenilir ve değişime duyarlı bir test

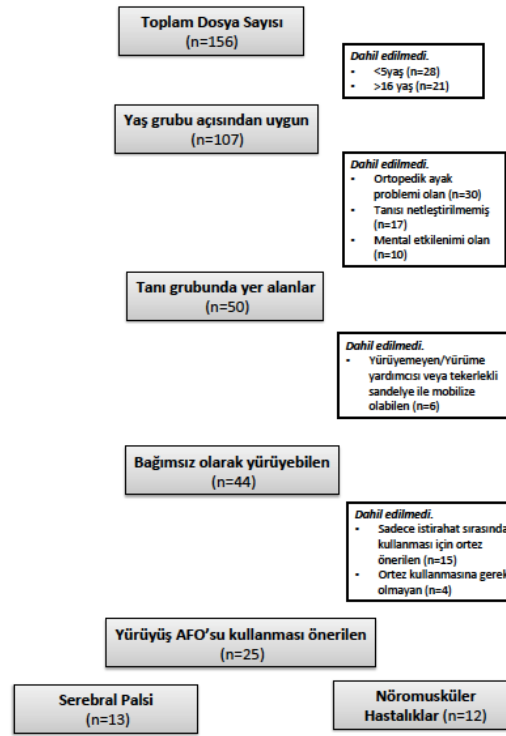
olarak gösterilmiştir (Harmatz ve diğ., 2008; Maher ve diğ., 2008). Farklı yaş grupları için normatif değerleri mevcuttur (Geiger ve diğ., 2007; Li ve diğ., 2007). Bu çalışmada yer verilen 6DYT protokolü için *American Thoracic Society* tarafından hazırlanmış olan rehber kullanılmıştır (Laboratories, 2002). Çocuklara uygun ayakkabıları ile ortezsiz olarak ve önerilen ortezleri ve ayakkabılarını giymiş olarak test protokolü uygulanarak her uygulama arasında 30 dakikalık dinlenme aralığı verilmiştir. Test protokolü dahilinde test öncesi ve sonrasında kalp atım hızı, solunum frekansı ve yürüme mesafeleri kaydedilirken, dispne ve genel yorgunluk şiddeti Borg skalası ile çocuğun kendisinin değerlendirmesi sonucunda kaydedilmiştir. Borg skalası, 1970 yılında Borg tarafından fiziksel egzersiz sırasında harcanan çabanın ölçülmesi amacıyla geliştirilmiştir. Sıklıkla efor ve istirahatteki dispne ve yorgunluk şiddetinin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan bir ölçektir. Derecelerine göre şiddeti tanımlayan on maddeden (0=yok, 0.5=zorlukla fark edilebilir düzeyde, 1=çok hafif, 2=hafif, 3=orta, 4= biraz ciddi, 5=ciddi, 6=5 ile 7 arası, 7=çok ciddi, 8= 7 ile 9 arası, 9=çok çok ciddi, 10 =en şiddetli şekilde) oluşmaktadır (Borg, 1982).

### **İstatistiksel Analiz**

Çalışmamızın istatistiksel analizi, *IBM Statistical Package for Social Sciences (SPSS-Version21 for Mac)* programı aracılığıyla yapıldı. Gruplar arasında cinsiyet ve ortez çeşitlerinin dağılım farkı *Fisher ki-kare* testi kullanılarak karşılaştırıldı. Verilerin normal dağılıma uygunluğu *Shapiro-Wilk* testiyle incelendi. Verilerin dağılımı normal dağılım göstermediği için grup içi karşılaştırmalarda *Wilcoxon* testi, gruplar arası karşılaştırmalarda ise *Mann-Whitney U* testi kullanıldı. Değişkenlere ait ortalama  $\pm$  standart sapma ( $X \pm SD$ ) ve % 95 güven aralığı değerleriyle birlikte sunuldu. Ek olarak etki büyüklüğünü gösterebilmek adına *Cohen's d* sayısı hesaplandı ve 0,20-0,49 arası; düşük, 0,50-0,79 arası; orta, 0,80 ve üstü olarak bulunan *Cohen's d* sayıları yüksek etki olarak kabul edildi (Fritz ve diğ., 2012; KotrlıkveWilliams, 2003; Sawilowsky, 2009). Tüm analizler için istatistiksel anlamlılık değeri 0,05 olarak kabul edildi.

### **Bulgular**

Belirlenen tarihler arasında toplam 156 çocuğun dosyasına ulaşıldı. Dahil edilme ve dışlanma kriterlerine uygun olarak dosyalar tarandığında toplam 25 çocuğa ait verilerin uygun olduğu belirlendi (**Şekil 1**).



Şekil 1: Dosya tarama ve hasta dahil edilme diyagramı

Dosya taramaları sonucunda dahil edilme kriterlerine uygun olan çocukların 13'ü (%52) SP tanısı ile SP grubu olarak, DMD (n=5), SMA (n=3) ve HSMN (n=4) tanılarını alan toplam 12'si (%48) ise NMH grubu olarak gruplandırıldı. SP grubundaki çocukların yaşları  $9,53 \pm 3,01$  yıl (5-15 yıl arasında), NMH grubundakilerin ise  $10,41 \pm 3,82$  yıldır (5-15 yıl arasında). SP grubunda 11 (%84,6) erkek, 2 (% 15,4) kız çocuk yer alırken; NMH grubunda 8 (%66,7) erkek, 4 (%33,3) kız çocuk yer aldı. Gruplar, yaş ve cinsiyet dağılımı açısından benzer bulundu (sırasıyla;  $p=0,621$  ve  $p=0,378$ ). Çalışmaya dahil edilen çocuklara yürüyüş sırasında kullanmaları için önerilen ortezler; plastik AFO, UCBL ortezi ve medial ark ve kama takviyeli portatif tabanlıklardan oluşmaktaydı (Tablo.1). Ortezlerin gruplar arası dağılımı benzer olarak bulundu ( $p=0,580$ ).

Tablo 1: Testler sırasında kullanılan ayak-ayak bileği ortez çeşitlerinin gruplara göre dağılımı.

	PAFO * n (%)	UCBL n (%)	TABANLIK** n (%)
SP	7 (53,8)	4 (30,8)	2 (15,4)
NMH	4 (33,3)	5 (41,7)	3 (25,0)

SP; Serebral Palsi, NMH; Nöromusküler hastalıklar \* PAFO; plastik ayak-ayak bileği ortezi \*\* Medial ark ve kama takviyeli

SP ve NMH gruplarının yürüme mesafeleri ortez kullanmadıkları ve ortez kullandıkları durumlar açısından karşılaştırıldığında gruplar arası fark her iki durum için de anlamlı değildi ( $p>0,05$ ) (**Tablo 2**). Ortez kullanmadan ve ortez kullanılarak kaydedilen yürüme mesafeleri açısından grup içi karşılaştırmalar yapıldığında her iki grubun da ortez kullanıldığında daha kısa mesafe yürüdükleri kaydedilmesine karşın her iki grup için de anlamlı fark bulunamadı ( $p>0,05$ ) (**Tablo 2**).

Enerji tüketimleri açısından ortez kullanmadıkları ve ortez kullandıkları durumlar açısından karşılaştırıldığında her iki grubun da sonuçları birbirine benzer olarak bulundu ( $p>0,05$ ) (**Tablo 2**). Ortez kullanıldığında her iki grupta enerji tüketiminde artış kaydedilse de, bu artış grup içi karşılaştırmalar açısından anlamlı değildi ( $p>0,05$ ) (**Tablo 2**).

SP ve NMH gruplarının kalp atım hızları, solunum frekansı, dispne ve yorgunluk şiddeti değerlerindeki ortez kullanmadıkları ve ortez kullandıkları durumlarda karşılaştırıldığında, ortez kullanılmadığı durumda yorgunluk şiddeti değerleri hariç ( $p=0,034$ ), gruplar birbiri ile benzer sonuçlar gösterdi ( $p>0,05$ ) (Tablo 2). NMH grubundaki çocuklar ortez kullanmadan yapılan test sonrasında yorgunluk şiddetlerini daha yüksek olarak tanımladılar ve farkın etki büyüklüğü de yüksek olarak bulundu ( $d=0,894$ ) (**Tablo 2**). Ortez kullanmadan ve ortez kullanılarak kaydedilen kalp atım hızları, solunum frekansı, dispne ve yorgunluk şiddeti değerlerindeki değişim açısından grup içi karşılaştırmalarda sonuçlar, SP grubunda dispne şiddeti değerlerindeki değişim dışında benzer bulundu ( $p>0,05$ ) (**Tablo 2**). SP grubunda dispne şiddeti değerleri ortez kullanarak yürüme sonrasında çocuklar tarafından daha yüksek olarak belirtildi ve bu artış yönündeki değişim grup içinde anlamlı olarak bulundu ( $p=0,031$ ) (**Tablo 2**).

### **Tartışma ve Sonuç**

Bu retrospektif dizayndaki çalışma sonucunda 6DYT kapsamında elde ettiğimiz kalp atım hızı, solunum frekansı, dispne ve yorgunluk şiddeti değerleri, kaydedilen yürüme mesafesindeki değişimler ve enerji tüketimleri her iki grup için de ortez kullanılmadığı ve kullanıldığı durumlarda benzer değişim gösterdi. SP ve NMH grupları birbirleri ile



**Tablo 2:** Ortez kullanmadan ve ortezle birlikte uygulanan 6 dakika yürüme testi ve fizyolojik harcama indeksi sonuçlarının karşılaştırılması

	Serebral Palsi Grubu (n=13)				Nöromusküler Hastalıklar Grubu (n=12)				$P_M$	Cohen's d
	Test Öncesi X±SD(95% CI)	Test Sonrası X±SD(95% CI)	Değişim	$P_W$	Test Öncesi X±SD (95% CI)	Test Sonrası X±SD(95% CI)	Değişim	$P_W$		
<b>Kalp Atım Hızı (atım)</b>										
<b>Ortezsiz</b>	80,6±13,4 (72,5-88,7)	97,15±13,18 (89,18- 105,12)	16,53±10,59 (10,13-22,94)	0,675	86,33±10,46 (79,68 – 92,98)	102,75±12,21 (94,99– 110,50)	16,41±7,84 (11,43-21,40)	0,959	0,723	0,142
<b>Ortezli</b>	86,5±7,2 (82,1 – 90,8)	103,38±6,51 (99,44– 107,32)	16,92±3,47 (14,82-19,02)		84,00±1,70 (82,91 – 85,08)	99,16±5,39 (95,74– 102,59)	15,16±5,74 (11,51-18,81)		0,662	0,175
<b>Solunum Frekansı (sayı)</b>										
<b>Ortezsiz</b>	23,61±3,84 (21,29 – 25,93)	30,69±4,90 (27,72 – 33,65)	7,07±4,38 (4,42 – 9,72)	0,875	25,58±6,31 (21,56 – 29,59)	32,58±7,08 (28,07 – 37,08)	7,00±3,19 (4,97 – 9,02)	0,305	0,658	0,175
<b>Ortezli</b>	26,15±3,71 (23,90 – 28,39)	32,84±5,66 (29,42 – 36,27)	6,69±3,83 (4,37 – 9,01)		23,33±3,84 (20,89 – 25,77)	31,33±4,03 (28,77 – 33,89)	8,00±1,53 (7,02 – 8,97)		0,055	0,824
<b>Dispne (Borg Skalasına göre)</b>										
<b>Ortezsiz</b>	0,00±0,00 (0,00-0,00)	0,46±0,87 (-0,06 – 0,99)	0,46±0,87 (-0,06 – 0,99)	<b>0,031</b> *	0,83±0,28 (-0,10 – 0,26)	1,00±0,95 (0,39 – 1,60)	0,91±0,99 (0,28 – 1,54)	0,194	0,163	0,517
<b>Ortezli</b>	0,00±0,00 (0,00 – 0,00)	1,30±1,10 (0,63 – 1,97)	1,30±1,10 (0,63 – 1,97)		0,83±0,28 (-0,10 – 0,26)	1,41±1,31 (0,58 – 2,24)	1,33±1,23 (0,55 – 2,11)		0,954	0,022
<b>Yorgunluk (Borg Skalasına göre)</b>										
<b>Ortezsiz</b>	0,53±1,66 (-0,46 – 1,54)	1,46±2,81 (-0,24 – 3,16)	0,92±1,32 (0,12 – 1,72)	0,07	0,33±0,77 (-0,16 – 0,82)	2,75±1,54 (1,76 – 3,73)	2,41±1,67 (1,35 – 3,48)	0,438	<b>0,034*</b>	<b>0,894</b>
<b>Ortezli</b>	1,07±2,21 (-0,26 – 2,41)	3,00±3,39 (0,95 – 5,04)	2,23±2,55 (0,68 – 3,77)		0,66±0,98 (0,04 – 1,29)	4,25±3,16 (2,23 – 6,26)	3,58±2,84 (1,77 – 5,38)		0,087	0,716
<b>Yürüme Mesafesi (metre)</b>										
<b>Ortezsiz</b>	443,96 ± 85,11(392,52 – 495,39)			0,084	424,54 ± 99,79 (361,13 – 487,94)			0,480	0,127	0,640
<b>Ortezli</b>	391,92 ± 85,16 (340,45 – 443,39)				389,75 ± 63,57 (34935 – 430,14)				0,413	0,331
<b>Fizyolojik Harcama İndeksi (atım/metre/dakika)</b>										
<b>Ortezsiz</b>	0,21 ± 0,11 (0,14 – 0,28)			0,152	0,23 ± 0,11 (0,15 – 0,31)			0,530	0,550	0,241
<b>Ortezli</b>	0,28 ± 0,13 (0,19 – 0,36)				0,24 ± 0,12 (0,16 – 0,32)				0,744	0,131

X±SD; Ortalama±Standart sapma, (95% CI); %95 Güven aralığı,  $P_W$ ; Grup içi karşılaştırma-Wilcoxon Testi anlamlılık düzeyi,  $P_M$ ; Gruplararası karşılaştırma-Mann Whitney U Testi anlamlılık düzeyi, \* $P<0,05$ , (Etki büyüklüğü için; Düşük; 0,20-0,49, Orta; 0,50-0,79, Yüksek; 0,80 ve üzeri olarak kabul edildi. (Fritz ve diğ., 2012; KotrlıkveWilliams, 2003; Sawilowsky, 2009))

karşılaştırıldığında fark olmadığı sonucuna ulaşıldı.

Sağlıklı yetişkinler ve çocuklarda yapılan çalışmalarda 6DYT'nin, özellikle yürüme hızının bireyin kendisi tarafından seçilebilmesine olanak sağlamasıyla, submaksimal fonksiyonel kapasiteyi yansıttığı ve böylece günlük aktivite modellerini daha yakından temsil edebileceği sonucuna ulaşılmıştır (Enright, 2003). Nöromusküler hastalıklar ve diğer pediatrik hastalıklarda da egzersiz kapasitesinin, motor fonksiyonun ve yürüyüş performansının değerlendirilmesinde ileri faz klinik çalışmalarda bile birincil sonuç ölçümleri arasında yer almaktadır (McDonald ve diğ., 2008; Muenzer ve diğ., 2006).

Bizim çalışmamıza benzer olarak, Ramdharry ve ark. (Ramdharry ve diğ., 2012) sadece HSMN'li çocukları dahil ettikleri ve ortezin kullanılmadığı ve kullanıldığı durumlarda yapılan 6DYT sonuçlarını karşılaştırdıkları çalışmalarında; ortez kullanmayan grubun, ortez kullanan gruptan daha uzun mesafe yürüyebildiği, daha az efor sarf ettikleri ve daha iyi yürüme fonksiyonuna sahip oldukları sonuçlarına ulaşmışlardır. Bizim çalışmamızda ek olarak, SP ve diğer nöromusküler hastalık (DMD, SMA) tanısı olan çocuklar yer almaktaydı. Her iki grubun da ortez kullanıldığında daha yavaş yürüme ortez kullanımının performansı olumsuz etkilediğini düşünebilir. Ancak istatistiksel olarak anlamlı olmayan bu yürüme mesafesindeki düşüşün nedeni; çocukların yeni yapılmış ortezlere henüz alışmamış olmalarından kaynaklanabilir. Bu noktayı çalışmamızın bir limitasyonu olarak kabul ederek çocuğun yeni orteziyle yürümeye alıştıktan sonra testin tekrarlanmasıyla elde edilen sonuçların daha aydınlatıcı olacağını ve prospektif olarak tasarlanan çalışmalarda bu hususun gözden kaçırılmaması önerilmektedir.

Literatürde etkin duyarlılık, geçerlilik ve güvenilirliğine karşın 6DYT'nin birincil sonucu olan yürüme mesafesinin ambulatuvar fonksiyonu tüm yönlerini ortaya koymada yetersiz kalacağı görüşü yaygın kabul görmektedir. Araştırmacılar test sonucunda aynı mesafeyi yürüyen her bireyin aynı fiziksel zorlanmayı yaşamayacağı yönünde görüş bildirmektedirler. Özellikle artmış fiziksel zorlanmanın, diğer bir deyişle yürüme enerjisi tüketiminin motor bozukluğu olan çocuklarda yaygın ve önemli bir sorun olması nedeniyle ek bir ambulatuvar fonksiyon ölçümü olarak ortaya koyulması da önerilmektedir (Brehm ve diğ., 2007). Enerji tüketiminin değerlendirilmesinin endurans ve yorgunluk ile ilişkili olarak özellikle yürüme bozukluğu olan hastalarda tedavi etkinliğinin ortaya koyulabilmesinde de önemli göstergelerden biri olduğuna dikkat çekilmiştir (Balaban ve diğ., 2007; DeJaeger ve diğ., 2001).

SP’de AFO kullanımının temel amacı, ayağın yerle tam ve uygun temasının sürdürülmesidir. Duruş fazında AFO aracılığıyla stabil bir destek sağlanması ile anormal kas tonusunun azaltılması ve sallanma fazında da ayağın yerle temasının zamanında kesilmesi ile yürüyüş döngüsünün sorunsuz bir şekilde devam ettirilmesi hedeflenir. Böylece yürüyüş enerji tüketiminin düşürülmesi ile en etkin yürüme sağlanmaya çalışılır (Hayek ve diğ., 2007; White ve diğ., 2002). Balaban ve ark. (Balaban ve diğ., 2007) tarafından yapılmış olan bir çalışmada yürüme bandı üzerinde yürüme ile SP’li çocukların AFO kullandıkları ve kullanmadıkları durumlarda enerji tüketimleri indirekt kalorimetre kullanılarak değerlendirilmiş ve AFO kullanımıyla enerji tüketiminin azaldığı sonucuna ulaşılmıştır. Mossberg ve ark. (Mossberg ve diğ., 1990) çalışmamıza benzer şekilde FHI ile AFO’nun kullanılmadığı ve kullanıldığı durumlarda spastik diplejik çocukların enerji tüketim ve yürüyüş performanslarını değerlendirmişler ve iki durum arasında fark olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Raja ve ark. (Raja ve diğ., 2007) ortez kullanan SP’li çocukların enerji tüketimlerini değerlendirdikleri çalışmalarında rijit AFO kullanan çocukların enerji tüketimlerinin arttığını, eklemli AFO kullananlarda ise FHI değerlerinde azalma olduğunu gözlemlemişlerdir. FHI’den başka Enerji Harcama İndeksi’nin kullanıldığı bir çalışmada ise özellikle rijit AFO kullanımının SP’li çocuklarda enerji tüketimini arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Caliskan Uckun ve diğ., 2014). Benzer şekilde bizim çalışmamıza dahil ettiğimiz çocuklar büyük oranda rijit AFO kullanan çocuklardı ve FHI değerlerinde ortez kullanımıyla ortezin kullanılmadığı duruma göre istatistiksel olarak anlamlı olmayan minimal bir artış kaydedildi. Bu durumun nedeni olarak, rijit AFO kullanımı nedeni ile çocukların adaptif yürüyüşlerini sergileyemediklerini, alışkın oldukları yürüyüş paterninin dışına çıktıklarını düşünmekteyiz. Ayrıca ayak bileği eklemının kullanılamaması nedeni ile de yürüyüş sırasında gerekli itme kuvveti sağlanamamasına bağlı olarak enerji tüketimi artmış olabilir.

Literatürdeki yayınlar gözden geçirildiğinde 6DYT’nin birincil çıktısı olarak yürüme mesafesinin sunulduğu görülmektedir (Kempen ve diğ., 2014; Montes ve diğ., 2010). Çalışmamızda bizim amacımız deneyimlerimizi diğer meslektaşlarımızla paylaşmak olduğundan, 6DYT protokolü dahilinde test öncesi ve sonrasında elde edilen kalp atım hızı, solunum frekansı ve dispne ve genel yorgunluk şiddetine ilişkin çıkarımlarımızı da ekledik. Bu parametreler açısından değerlendirildiğinde NMH grubundaki çocukların özellikle AFO kullanmadıkları yürüyüş sonrasında yorgunluk şiddetlerini daha fazla olarak tanımlamaları hem istatistiksel hem de klinik olarak anlamlı bulunmasına karşın ortez kullanımının NMH

grubunda klinik olarak iyileşmeyi işaret ederken gruplar arasında fark oluşturmadığı sonucuna ulaştık.

Çalışmamızın retrospektif dizaynda tasarlanmış olması, sonuçlarımızın orteze uyumlu etkilenip etkilemeyeceğinin değerlendirilmesi açısından kısıtlılık oluşturmaktadır. İkinci bir kısıtlılığı ise, enerji tüketimi ölçümünün dolaylı yöntemlerle yapılmış olmasıdır. Ancak FHI'nin pratik ve çocukları rahatsız etmeyen bir yöntem olması nedeniyle klinikte kullanımı açısından avantaj sağlayan bir yöntem olabileceğini düşünmekteyiz.

Bu retrospektif çalışma hem NMH hem de SP grubunda kendi durumlarına uygun ortez seçimiyle yürüyüş performansının etkilemini ve gruplar arası karşılaştırmayı sunması açısından değerli bir çalışmadır. Her ne kadar ayak-ayak bileği ortezlerinin iki farklı pediatrik durumda yürüyüş performansı ve enerji tüketimi üzerine etkilerine genel bir bakış sağlamaya çalışılsa da, alanda biyomekanik bileşenlerin de dahil edildiği çok faktörlü etkileri inceleyen daha kapsamlı araştırmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

### **Teşekkür**

Çalışmamızda yer alan tüm çocuklarımıza ve ailelerine teşekkür ederiz.

### **Finansal Destek**

Çalışmayı maddi olarak destekleyen kişi/kuruluş yoktur.

### **Çıkar Çatışması**

Yazarların herhangi bir çıkara dayalı ilişkisi yoktur.

## Kaynakça

- Aboutorabi, A., Arazpour, M., Bani, M. A., Saeedi, H., & Head, J. S. (2017). Efficacy of ankle foot orthoses types on walking in children with cerebral palsy: A systematic review. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 60(6), 393-402.
- Andersson, C., Asztalos, L., & Mattsson, E. (2006). Six-minute walk test in adults with cerebral palsy. A study of reliability. *Clinical Rehabilitation*, 20(6), 488-495.
- Balaban, B. r., Yasar, E., Dal, U., Yazici, K. I., Mohur, H., & Kalyon, T. A. (2007). The effect of hinged ankle-foot orthosis on gait and energy expenditure in spastic hemiplegic cerebral palsy. *Disability and rehabilitation*, 29(2), 139-144.
- Beckung, E., Hagberg, G., Uldall, P., Cans, C., & Surveillance of Cerebral Palsy in, E. (2008). Probability of walking in children with cerebral palsy in Europe. *Pediatrics*, 121(1), e187-192. doi:10.1542/peds.2007-0068
- Biggar, W. D. (2006). Duchenne muscular dystrophy. *Pediatrics in Review*, 27(3), 83.
- Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & science in sports & exercise*.
- Brehm, M. A., Becher, J., & Harlaar, J. (2007). Reproducibility evaluation of gross and net walking efficiency in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(1), 45-48.
- Bushby, K., Finkel, R., Birnkrant, D. J., Case, L. E., Clemens, P. R., Cripe, L., . . . Pandya, S. (2010). Diagnosis and management of Duchenne muscular dystrophy, part 2: implementation of multidisciplinary care. *The Lancet Neurology*, 9(2), 177-189.
- Caliskan Uckun, A., Celik, C., Ucan, H., & Ordu Gokkaya, N. K. (2014). Comparison of effects of lower extremity orthoses on energy expenditure in patients with cerebral palsy. *Developmental neurorehabilitation*, 17(6), 388-392.
- Danino, B., Erel, S., Kfir, M., Khamis, S., Batt, R., Hemo, Y., . . . Hayek, S. (2016). Are gait indices sensitive enough to reflect the effect of ankle foot orthosis on gait impairment in cerebral palsy diplegic patients? *Journal of pediatric orthopaedics*, 36(3), 294-298.
- de Groot, I. J., & de Witte, L. P. (2005). Physical complaints in ageing persons with spinal muscular atrophy.
- DeJaeger, D., Willems, P. A., & Heglund, N. C. (2001). The energy cost of walking in children. *Pflügers Archiv*, 441(4), 538-543.
- Emery, A. E. (1991). Population frequencies of inherited neuromuscular diseases—a world survey. *Neuromuscular disorders*, 1(1), 19-29.
- Enright, P. L. (2003). The six-minute walk test. *Respiratory care*, 48(8), 783-785.
- Forghany, S., Nester, C. J., & Richards, B. (2013). The effect of rollover footwear on the rollover function of walking. *J Foot Ankle Res*, 6(1), 24. doi:10.1186/1757-1146-6-24
- Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: current use, calculations, and interpretation. *Journal of experimental psychology: General*, 141(1), 2.
- Geiger, R., Strasak, A., Trembl, B., Gasser, K., Kleinsasser, A., Fischer, V., . . . Stein, J. I. (2007). Six-minute walk test in children and adolescents. *The Journal of pediatrics*, 150(4), 395-399. e392.
- Harmatz, P., Giugliani, R., Schwartz, I. V. D., Guffon, N., Teles, E. L., Miranda, M. C. S., . . . Scarpa, M. (2008). Long-term follow-up of endurance and safety outcomes during enzyme replacement therapy for mucopolysaccharidosis VI: final results of three clinical studies of recombinant human N-acetylgalactosamine 4-sulfatase. *Molecular genetics and metabolism*, 94(4), 469-475.
- Hayek, S., Hemo, Y., Chamis, S., Bat, R., Segev, E., Wientroub, S., & Yzhar, Z. (2007). The effect of community-prescribed ankle-foot orthoses on gait parameters in children with spastic cerebral palsy. *Journal of children's orthopaedics*, 1(6), 325-332.
- Kempen, J., Harlaar, J., Van der Kooij, A., de Groot, I., Van den Bergen, J., Niks, E., . . . Brehm, M. (2014). Reliability of the walking energy cost test and the six-minute walk test in boys with Duchenne muscular dystrophy. *Neuromuscular disorders*, 24(3), 216-221.
- Kotrlík, J., & Williams, H. (2003). The incorporation of effect size in information technology, learning, information technology, learning, and performance research and performance research. *Information Technology, Learning, and Performance Journal*, 21(1), 1.

- Laboratories, A. T. S. C. o. P. S. f. C. P. F. (2002). ATS statement: guidelines for the six-minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*, 166(1), 111-117. doi:10.1164/ajrccm.166.1.at1102
- Li, A. M., Yin, J., Au, J. T., So, H. K., Tsang, T., Wong, E., . . . Ng, P. C. (2007). Standard reference for the six-minute-walk test in healthy children aged 7 to 16 years. *Am J Respir Crit Care Med*, 176(2), 174-180.
- Maher, C. A., Williams, M. T., & Olds, T. S. (2008). The six-minute walk test for children with cerebral palsy. *International Journal of Rehabilitation Research*, 31(2), 185-188.
- McDonald, C., Henricson, E., Han, J., Nicorici, A., Abresch, R., Atkinson, L., . . . Miller, L. (2008). TP 1.02 The 6 min walk test (6MWT) as a clinical trial outcome measure in Duchenne/Becker Muscular Dystrophy (DMD/BMD). *Neuromuscular disorders*, 18(9), 739.
- Mercuri, E., Finkel, R. S., Muntoni, F., Wirth, B., Montes, J., Main, M., . . . Quijano-Roy, S. (2018). Diagnosis and management of spinal muscular atrophy: Part 1: Recommendations for diagnosis, rehabilitation, orthopedic and nutritional care. *Neuromuscular disorders*, 28(2), 103-115.
- Montes, J., McDermott, M., Martens, W., Dunaway, S., Glanzman, A., Riley, S., . . . Tawil, R. (2010). Six-Minute Walk Test demonstrates motor fatigue in spinal muscular atrophy. *Neurology*, 74(10), 833-838.
- Morris, C., Bowers, R., Ross, K., Stevens, P., & Phillips, D. (2011). Orthotic management of cerebral palsy: recommendations from a consensus conference. *NeuroRehabilitation*, 28(1), 37-46. doi:10.3233/NRE-2011-0630
- Mossberg, K., Linton, K., & Friske, K. (1990). Ankle-foot orthoses: effect on energy expenditure of gait in spastic diplegic children. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 71(7), 490-494.
- Muenzer, J., Wraith, J. E., Beck, M., Giugliani, R., Harmatz, P., Eng, C. M., . . . Gucsavas-Calikoglu, M. (2006). A phase II/III clinical study of enzyme replacement therapy with idursulfase in mucopolysaccharidosis II (Hunter syndrome). *Genetics in Medicine*, 8(8), 465-473.
- Newman, C. J., Walsh, M., O'Sullivan, R., Jenkinson, A., Bennett, D., Lynch, B., & O'Brien, T. (2007). The characteristics of gait in Charcot-Marie-Tooth disease types I and II. *Gait & Posture*, 26(1), 120-127.
- Novak, I., McIntyre, S., Morgan, C., Campbell, L., Dark, L., Morton, N., . . . Goldsmith, S. (2013). A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(10), 885-910. doi:10.1111/dmcn.12246
- Piepers, S., Van Den Berg, L., Brugman, F., Scheffer, H., Ruitkamp-Versteeg, M., van Engelen, B., . . . Wokke, J. (2008). A natural history study of late onset spinal muscular atrophy types 3b and 4. *Journal of Neurology*, 255(9), 1400-1404.
- Raja, K., Joseph, B., Benjamin, S., Minocha, V., & Rana, B. (2007). Physiological cost index in cerebral palsy: its role in evaluating the efficiency of ambulation. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 27(2), 130-136.
- Ramdharry, G. M., Pollard, A. J., Marsden, J. F., & Reilly, M. M. (2012). Comparing gait performance of people with Charcot-Marie-Tooth disease who do and do not wear ankle foot orthoses. *Physiotherapy Research International*, 17(4), 191-199.
- Rodby-Bousquet, E., & Hagglund, G. (2012). Better walking performance in older children with cerebral palsy. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 470(5), 1286-1293. doi:10.1007/s11999-011-1860-8
- Sawilowsky, S. S. (2009). New effect size rules of thumb. *Journal of Modern Applied Statistical Methods*, 8(2), 26.
- Stevens, P. M. (2006). Lower limb orthotic management of Duchenne muscular dystrophy: a literature review. *JPO: Journal of Prosthetics and Orthotics*, 18(4), 111-119.
- Stuberg, W. (2001). Home Accessibility and adaptive equipment in Duchenne muscular dystrophy: A case report. *Pediatric Physical Therapy*, 13(4), 169-174.
- Takeuchi, Y., Katsuno, M., Banno, H., Suzuki, K., Kawashima, M., Atsuta, N., . . . Sobue, G. (2008). Walking capacity evaluated by the 6-minute walk test in spinal and bulbar muscular atrophy. *Muscle & Nerve*, 38(2), 964-971.
- Vinci, P., & Perelli, S. L. (2002). Footdrop, foot rotation, and plantarflexor failure in Charcot-Marie-Tooth disease. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(4), 513-516.

White, H., Jenkins, J., Neace, W. P., Tylkowski, C., & Walker, J. (2002). Clinically prescribed orthoses demonstrate an increase in velocity of gait in children with cerebral palsy: a retrospective study. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 44(4), 227-232.