



## Spastik hemiplejik beyin felcinde ayak izi ve ayağı ilerletme açısı ayak bileği güç üretiminde rol oynuyor mu?

### *Does footprint and foot progression matter for ankle power generation in spastic hemiplegic cerebral palsy?*

Jacques RIAD,<sup>1</sup> John HENLEY,<sup>2</sup> Freeman MILLER<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Kärnsjukhuset Skövde Ortopedi Bölümü, Skövde, İsveç  
<sup>2</sup>Alfred I. duPont Çocuk Hastanesi, <sup>3</sup>Yürüme Laboratuvarı, <sup>3</sup>Ortopedi Kliniği, Wilmington, Delaware, ABD

**Amaç:** Bu çalışmada, spastik hemiplejik beyin felçli (BF) çocuklarda ayak basınç paterninin ve ayağı ilerletme açısının ayak bileği eklemi kaynaklı güç üretimiyle ilişkisi araştırıldı.

**Çalışma planı:** Çalışmaya bağımsız yürüyebilen BF'li 35 çocuk (13 kız, 22 erkek; ort. yaş 8.8; dağılım 4.0-19.8) alındı. Tüm hastalarda üçboyutlu yürüme analizi ve pedobarografik ölçümler yapıldı. Pedobarografi verileri ayağı beş segmente bölerek değerlendirildi.

**Sonuçlar:** Ayak bileği kaynaklı ortalama güç üretimi hemiplejik tarafta 7.6 watt/kg, tutulu olmayan tarafta 15.9 watt/kg bulundu (p=0.000). Pedobarografide hemiplejik tarafta anlamlı derecede daha düşük topuk basıncı/itme gücü (8.0 ve 24.7; p=0.000), topuk kaldırma zamanı (basma fazının %32.1'i ve %61.9'u; p=0.000) ve medial önayak segmenti basıncı (40.8 ve 52.2; p=0.009) elde edildi. Hastalar hemiplejik taraftaki ayak bileğinden üretilen güce göre iki gruba ayrıldı (<8.0 watt/kg ve ≥8.0 watt/kg). Güç üretiminin daha fazla olduğu grupta, yürüme analizinde adım uzunluğu (49 cm ve 41 cm; p=0.001) ve hızı (109 cm/sn ve 89 cm/s; p=0.000) anlamlı derecede fazla idi. Aynı grupta pedobarografik verilerden topuk basıncı (11.6 ve 4.4; p=0.047) ve topuk kaldırma zamanı (%46.6 ve %17.1; p=0.000) daha fazla, varus/valgus pozisyonu (11.1 ve -34.6; p=0.013) daha az bulundu. İkili korelasyon analizinde, hemiplejik tarafta ayak bileği ekleminden üretilen gücün topuk kaldırma zamanı (r=0.574; p=0.000) ve varus/valgus pozisyonu (r=0.420; p=0.017) ile anlamlı ilişki gösterdiği, topuk basıncı ile ise anlamlı düzeye çok yakın ilişki de olduğu görüldü (r=0.342; p=0.052).

**Çıkarımlar:** Pedobarografik verilerdeki farklılıklar ayak bileği eklemının güç üretiminden kaynaklanmaktadır ve spastik hemiplejik BF'de tedaviye karar vermeye yardımcı olabilir. Topuk segment paternini normalleştirme girişimlerinin iki taraftaki güç üretimi arasındaki farklılıkları azaltacağını düşünüyoruz.

**Anahtar sözcükler:** Ayak bileği eklemi/fizyopatoloji; beyin felci/komplikasyon; çocuk; ayak deformitesi; yürüme/fizyoloji; hemipleji/fizyopatoloji; basınç; yük verme.

**Objectives:** We investigated how foot pressure pattern and foot progression relate to power generation from the ankle joint in children with spastic hemiplegic cerebral palsy (CP).

**Methods:** The study included 35 children (13 girls, 22 boys; mean age of 8.8 years; range 4 to 19.8) with CP, all having independent ambulation. The children underwent three-dimensional gait analysis and a set of pedobarographic data were obtained. The pedobarographs were analyzed by dividing the foot into five segments.

**Results:** The mean power generation from the ankle was 7.6 watts/kg on the hemiplegic side, and 15.9 watts/kg on the uninvolved side (p=0.000). Based on the pedobarographic data, hemiplegic feet exhibited significantly less heel pressure/impulse (8.0 vs. 24.7; p=0.000), time to heel rise (32.1% of stance phase vs. 61.9%; p=0.000), and decreased pressure of the medial forefoot segment (40.8 vs. 52.2; p=0.009). The children were divided into two groups depending on the ankle power generated on the hemiplegic side (<8.0 watts/kg and ≥8.0 watts/kg). Those with an ankle power generation of ≥8.0 watts/kg had significantly longer step length (49 cm vs. 41 cm; p=0.001) and increased velocity (109 cm/sec vs. 89 cm/sec; p=0.000) in gait analysis, and in pedobarographic measurements, increased heel impulse (11.6 vs. 4.4; p=0.047), time to heel rise (46.6% vs. 17.1%; p=0.000), and less varus/valgus positioning (11.1° vs. -34.6°; p=0.013). In bivariate correlation analysis, ankle power generation on the hemiplegic side demonstrated a significant association with time to heel rise (r=0.574; p=0.000) and varus/valgus positioning (r=0.420; p=0.017), and almost a significant association with heel pressure (r=0.342; p=0.052).

**Conclusion:** Deviations in the pedobarographic data are reflected in the power generation of the ankle joint and can be of help in decision making of treatment in spastic hemiplegic CP. We speculate that efforts to normalize the heel segment pattern may result in decreased power generation differences.

**Key words:** Ankle joint/physiopathology; cerebral palsy/complications; child; foot deformities; gait/physiology; hemiplegia/physiopathology; pressure; weight-bearing.

**Yazışma adresi / Correspondence:** Jacques Riad, MD. Orthopaedic Department, Kärnsjukhuset Skövde, 541 85 Skövde, Sweden.  
Tel: +46 500 410545 e-posta: jacques.riad@vregion.se

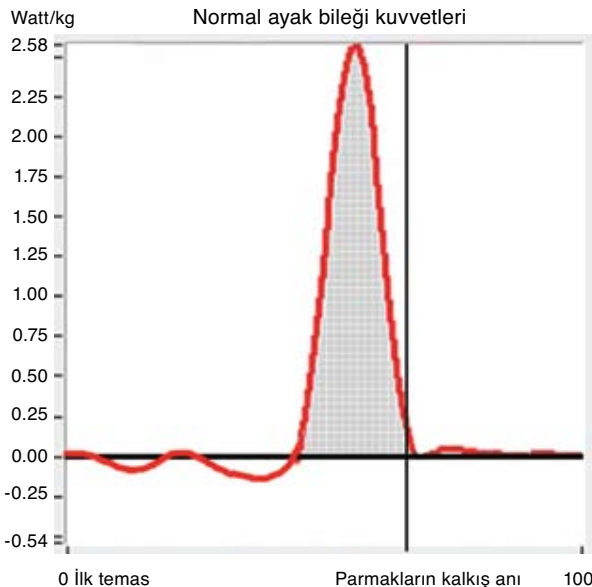
**Başvuru tarihi / Submitted:** 16.01.2009 **Kabul tarihi / Accepted:** 08.03.2009

© 2009 Türk Ortopedi ve Travmatoloji Derneği / © 2009 Turkish Association of Orthopaedics and Traumatology

Beyin felcinde (BF) ayak deformitesi zamanla gelişir ve ortotik ve cerrahi girişim gibi tedavilerin en yaygın nedenlerinden biridir. Ayak fonksiyonu, ayak bileği, diz ve kalça eklemi etkiler ve bu yüzden, ayak deformitesi ve malfonksiyonunun yürüme şekli üzerinde etkisi vardır. Bu deformite, basma fazında (stance) stabilitenin azalmasına, azalmış moment ile birlikte kaldıraç kolunun kısılmasına, triseps surae kaslarından üretilen gücün düşmesine yol açar.<sup>[1,2]</sup> Yürümeyi nicel olarak değerlendirmek ve tarif etmek için, BF'li çocuklarda sıklıkla pedobarografiyle (PB) birlikte, üçboyutlu yürüme analizi (YA) kullanılmaktadır. Üçboyutlu yürüme analizi, hareket ve farklı eklemlere etki eden kuvvetler hakkında bilgi sağlar. Vücut itici kuvveti (propulsion) için, ayak bileği ve kalça eklemlerinin eşmerkezli (concentric) kas kontraksiyonu hesaplanabilir. Yürüme analizlerinde son zamanlarda farklı ayak modelleri geliştirilmiştir ve bunlar yürüme döngüsü sırasında ayak pozisyonuyla ilgili üçboyutlu tanımlamalar sağlamaktadır.<sup>[1,2]</sup>

Yürüme sırasında ayak-zemin temas basıncını ölçen pedobarografi nicel fonksiyonel değerlendirme sağlar. Yürüme sırasında ayağın objektif dinamik değerlendirmesi yapılabilir ve deformite derecesi hesaplanabilir.<sup>[3-7]</sup>

Yürüme analizi ve PB araştırmaları aynı zamanda yapılsalar da, bunlar BF'li çocuklarda çok



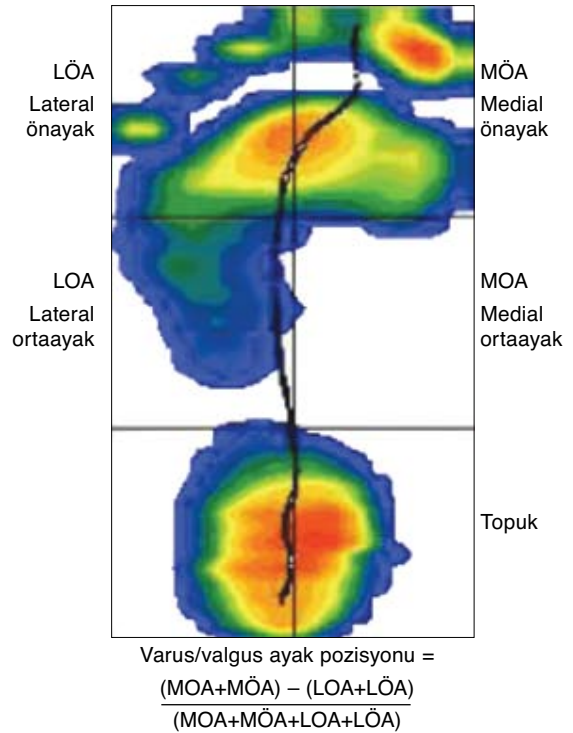
**Şekil 1.** Kuvvet üretimi/ayağın bileği eklemi tarafından yapılan iş. Üçboyutlu yürüme analizinde gri alan, geç basma fazında ayak bileği eklemi tarafından üretilen kuvveti göstermektedir.

sıklıkla ayrı ayrı değerlendirilirler. Buna karşın, klinisyenlerin hepsinin YA'yı kullanabilme olanağı olmayabilir ve daha ucuz olan ve hastalar için daha kolay olan PB değerlendirmesi de yararlı bilgiler sağlayabilir.

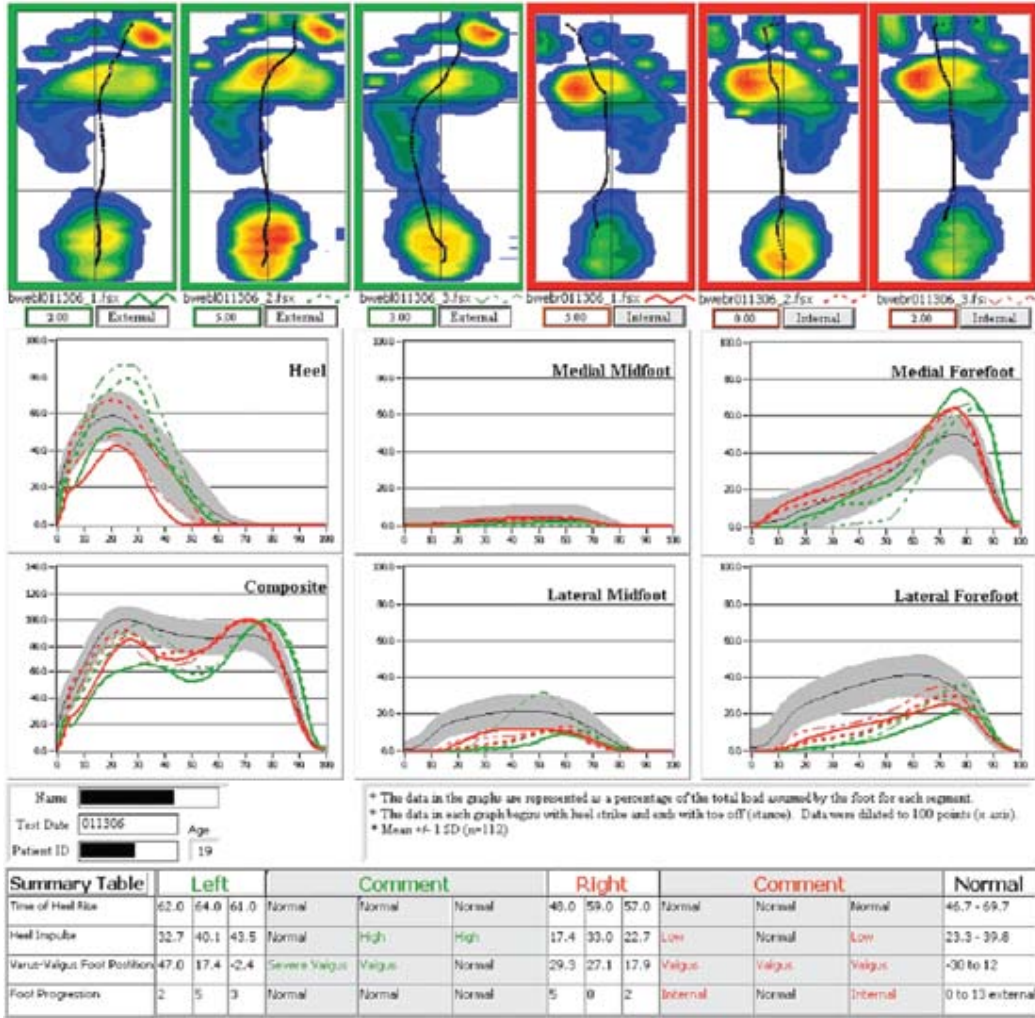
Bildiğimiz kadarıyla, BF'li çocuklarda yürüme analizi ve PB'den elde edilen verilerin karşılaştırıldığı çalışma yoktur. Bu çalışmada, spastik hemiplejik BF'li çocuklarda ayak basıncı paterni ve ayağı ilerletmenin (progression), ayak bileği eklemi kaynaklı güç üretimiyle ilişkisi incelendi.

## Hastalar ve yöntem

Hastanenin etik komitesinden kurum onayı alındı. Çalışma grubu spastik hemiplejik BF'li 35 çocuktan (13 kız, 22 erkek; ort. yaş 8.8; dağılım 4.0-19.8) oluşmaktaydı. Spastik hemiplejik BF tanısı, tipik alt ve üst ekstremité pozisyonu durumunda fizik muayenede kaydedilen tek taraflı nörolojik tutulum olarak tanımlanır. Ayrıca, YA'da kinematik ve kinetik verilerle saptanan yürüme deviyasyonları da tanıyı tanımlar. Bütün çocuklar, GMFCS sisteminde (Gross Motor Function Classification System) düzey I olarak tanımlanan toplumda bağımsız yürüyebilenler grubundaydı.<sup>[8]</sup>



**Şekil 2.** Beş segmente ayrılmış pedobarograf ve varus/valgus pozisyonunun tanımı.



Şekil 3. Yürünge çizgisiyle birlikte sağ ve sol pedobarograflar. Her bir ayak için üç deneme, her bir ayak segmenti için grafikler ve verilerin özetlenmesi.

Hastaların tıbbi kayıtları gözden geçirildi ve cinsiyet, yaş ve tutulan tarafla ilgili veriler toplandı.

### Üçboyutlu yürüme analizi

Yürüme analizi endikasyonu değişiklik göstermekle birlikte, çok sıklıkla cerrahi girişim öncesinde karar verme aşaması için yapıldı. Yürüme analizi, hareket analiz görüntüleme sistemiyle yapıldı ve bütün veriler Orthotrak (Santa Rosa, California) kullanılarak dönüştürüldü. Hastalar kendi seçtikleri hızda yürüdüler ve hemiplejik ve tutulmamış tarafla ilgili kinematik verilerin toplanmasında rutin olarak Orthotrak işaretleme sistemi kullanıldı. Kinetik veriler iki kuvvet plağı kullanılarak toplandı (Advanced Mechanical Technology Inc., AMTI, Watertow, MA). Genelde her ayakta üç çalışma yapıldı. Kinetik ve kinematik veriler aynı çalışmadan elde edildi. Kine-

matik verilerle birlikte yer reaksiyon kuvvet vektörleri de elde edildi. Yürüme hızı ve ritmi (cadence) de kaydedildi. Güç üretimi, kinematik veriler ve eklem hareketlerinden elde edilen açılal hızın bir ürünüdür. Gastrosoleus kasın eşmerkezli kasılmasını gösteren geç basma fazındaki ayak bileği güç üretimi, ayak bileği grafilerinde eğri altındaki pozitif alan olarak hesaplandı (Şekil 1).

### Pedobarografi

Pedobarografik verileri toplamak ve değerlendirmek için Tekscan yüksek çözünürlüklü basınç değerlendirme sistemi (Tekscan, Inc., South Boston, MA) kullanıldı. Ölçüm yöntemi, çocuk standart bir yürüme yolunda çıplak ayakla yürürken el video kamerasıyla görüntü kaydı alınmasıyla başladı. Daha sonra çocuğun ayak uzunluğu ve genişliğinin fiziksel ölçü-

**Tablo 1.** Tüm hasta grubunda hemiplejik taraf ile karşı tarafın karşılaştırılması

		Hemiplejik taraf	Karşı taraf	Normal	p
Üçboyutlu yürüme analizi	Ayak bileği güç üretimi (watt/kg)	7.6	15.9	–	0.000
	Adım uzunluğu (cm)	45.0	46.0	47-60	0.333
	Hız (cm/sn)	98.0	98.0	104-141	0.983
Pedobarograf	Topuk kaldırma zamanı (basma fazına göre %)	32.1	61.9	46.7-69.7	0.000
	İtme gücü (impuls)				
	Topuk	8.0	24.7	23.3-39.8	0.000
	Medial ortaayak	10.4	8.1	–	0.322
	Lateral ortaayak	33.4	24.0		0.066
	Medial önayak	40.8	52.2		0.009
	Lateral önayak	27.4	32.4		0.123
	Varus/valgus pozisyon indeksi	-11.8	4.0	-15 ve +15	0.131
	Ayağı ilerletme açısı (°)	-1.3	4.3	0 ve 10 eksternal	0.084

mü yapıldı. Daha sonra çocuğa, basınca duyarlı bir yer örtüsü (61x65 cm) üzerinde kendi seçtiği hızda yürümesi söylendi. Herhangi bir yardımcı alet kullanılmadı. Daha sonra, pedobarograf ayak ilerleme açısı olarak sıfıra ayarlandı ve gereken rotasyon derecesi kaydedildi. Pedobarograf üzerine, uzunluk ve genişliği çocuğun ayak ölçülerine eşit olan dikkörtgen bir maske yerleştirildi. Ayak izi maskenin üzerine ayağın görüntüsüyle eşleşecek şekilde yerleştirildi. Bu şu anlama gelmektedir: Şayet çocuk yüksek parmakla yürüyor ise, ağırlığın çoğu ayağın medial kenarında toplanacak ve ayak izi de maskenin anterior medialinde pozisyon alacaktır.

Pedobarograflar, topuk segmenti (arka 1/3), ortaayak (orta 1/3) ve önayak (ön 1/3) da dahil, ayağın beş segmente bölünmesiyle değerlendirildi. Ortaayak ve önayak simetrik olarak lateral ve medial segmentlere bölündü ve medial ortaayak (MOA), medial önayak (MÖA), lateral ortaayak (LOA) ve lateral önayak (LÖA) şekilde tanımlandı. Basınç/zaman integrali vücut ağırlığı ve ayak boyutuyla normalleştirildi ve her bir segmentin bir adım sırasındaki itme gücü (impuls) ve toplam basıncı hesaplandı. Ayağın iki lateral segmentinin toplamından iki medial segmentinin çıkarılmasıyla elde edilen sonuç, tüm önayak ve ortaayak itme gücüne bölündü ve böylece bir indeks oluşturuldu. Bu indeks varus/valgus ayak pozisyonu için bir ölçüm sağlar ve orta ve önayak itme gücü birleşiminin nispi medial-lateral farkı olarak tanımlanır (Şekil 2).

Her ayaktan üç ayak izi alındı ve her segment için basınç dağılımı hesaplanarak grafiklerle gösterildi (Şekil 3).

Fonksiyon ve tutulma derecesindeki farklılığı daha iyi değerlendirmek için, hastalar Winter sınıflamasına göre ayrıldı.<sup>[9]</sup> Bu sınıflamada kullanılan ölçütler, yürüme analizlerinden elde edilen sagittal plan kinematiklerine dayanmaktadır. Grup 1 ve grup 2'de sadece ayak bileği eklemine, grup 3'de ek olarak dizde, grup 4'te ise kalça eklemine tutulma vardır.

### İstatistiksel analiz

Hemiplejik olan ve tutulu olmayan tarafın ve iki grubun karşılaştırılmasında bağımsız örnekler t-testi and ikili t-testi kullanıldı. Analizler SPSS 12.0 (SPSS, 2004, Chicago, Illinois) programında yapıldı. Yürüme analizi ve PB değişkenleri arasında ikili korelasyonlar araştırıldı. P değerinin  $\leq 0.05$  olması anlamlı kabul edildi.

Çocuk ve genç erişkinlerden oluşan 54 normal kişiye (108 ayak) ait Yürüme Laboratuvarı verileri referans olarak kullanıldı.

### Sonuçlar

Önce, tüm hastalar hemiplejik ve tutulu olmayan taraflar arasındaki farklılıklar açısından karşılaştırıldı. Yürüme analizinden, ayak bileği kaynaklı güç üretimi, adım uzunluğu ve hızı elde edildi. Pedobarograftan, farklı ayak segmentlerinin itme gücü, topuk kaldırma zamanı ve ayağı ilerletme açıları elde edildi. Varus/valgus ayak pozisyonu da hesaplandı. Sağlam tarafla karşılaştırıldığında (15.9 watt/kg), hemiplejik tarafta ayak bileği kaynaklı ortalama güç üretimi 7.6 watt/kg idi ( $p=0.000$ ). Pedobarografide hemiplejik tarafta anlamlı derecede daha düşük

**Tablo 2.** İki hasta grubunun sayı, yaş, güç ve Winter sınıflamasına göre verileri

Grup	Sayı	Ort. yaş ve dağılım	Hemiplejik tarafta güç üretimi	Winter sınıflamasına göre dağılım			
				1	2	3	4
1	17	8.1 (4.3-15.7)	0.0-7.0 W	7	3	1	6
2	18	9.4 (4.0-19.8)	8.0-20.3 W	11	4	3	-

topuk basıncı/itme gücü elde edildi (hemiplejik 8.0; sağlam taraf 24.7;  $p=0.000$ ). Topuk kaldırma zamanı da farklılık gösterdi; bu süre hemiplejik ayaklarda basma fazının %32.1'i, normal ayaklarda %61.9'u kadardı ( $p=0.000$ ). Hemiplejik tarafta MÖA segmentinde basınç normal tarafa göre daha azdı (40.8 ve 52.2;  $p=0.009$ ) (Tablo 1).

İkinci olarak, 35 çocuk, yürüme sırasında hemiplejik taraftaki ayak bileği ekleminden güç üretebilme kapasitesine göre iki gruba ayrıldı (Tablo 2). Grup 1'e oldukça düşük güç üretimi olan çocuklar ( $<8.0$  watt/kg), grup 2'ye  $\geq 8.0$  watt/kg güç üretebilenler alındı. Gruplar yaş ve sayı dağılımı bakımından benzerdi. Bu gruplar daha önce belirtildiği gibi, Winter'e göre sınıflandırıldı.

Bu değerlendirmede, grup 2'deki olgularda, grup 1'e göre adım uzunluğu (49 cm ve 41 cm;  $p=0.001$ ) ve hızın (109 cm/sn ve 89 cm/s;  $p=0.000$ ) anlamlı derecede fazla olduğu görüldü. Pedobarografik veriler grup 1 ve grup 2 için sırasıyla şöyleydi (Tablo 3): topuk basıncı/itme gücü 4.4 ve 11.6 ( $p=0.047$ ), basma fazının yüzdesine göre topuk kaldırma zamanı %17.1 ve %46.6 ( $p=0.000$ ), varus/valgus pozisyonu -34.6 (normal aralık -15 ve +15) ve 11.1 ( $p=.013$ ).

İkili korelasyon analizinde, hemiplejik tarafta ayak bileği ekleminden üretilen gücün topuk kaldırma zamanı ( $r=0.574$ ;  $p=0.000$ ) ve varus/valgus pozisyonu ( $r=0.420$ ;  $p=0.017$ ) ile anlamlı ilişki gösterdiği, topuk basıncı/itme gücü ile ise anlamlı düzeye çok yakın ilişkide olduğu görüldü ( $r=0.342$ ;  $p=0.052$ ).

### Tartışma

Beyin felçli çocuklarda deformiteli ayakta pedobarografi ölçümleri, valgus deformitesi ve diğer ayak deformiteleri nedeniyle uygulanan cerrahi tedavinin değerlendirilmesinde güvenilir ve yararlı bilgi sağlamaktadır. Fonksiyonel ve nicel değerlendirme güvenilir, oldukça ucuz ve kolaydır. Araştırma ve analiz hızlı, veri analizi ve yorumlanması kolaydır. Pedobarografi ayak deformitesini tanımlar ve sonuç değerlendirme aracı olarak da birçok bakımdan idealdir.<sup>[10-14]</sup>

Eşmerkezli kas kontraksiyonundan kaynaklanan güç üretimi, momentum ile birlikte, vücudun itici kuvvetlerini ortaya çıkarır. Güç üretimi üçboyutlu yürüme analizinden hesaplanır ve BF'li çocuklarda sıklıkla kullanılır. Güç üretimi aynı zamanda

**Tablo 3.** Ayak bileği güç üretebilme kapasitesine göre iki gruba ayrılan hemiplejik olguların üçboyutlu yürüme analizi ve pedobarografi verilerinin karşılaştırılması

		Grup 1 ( $<8.0$ watt/kg) (n=17)	Grup 2 ( $\geq 8.0$ watt/kg) (n=18)	p
Üçboyutlu yürüme analizi	Ayak bileği güç üretimi (watt/kg)	4.1	10.9	0.000
	Adım uzunluğu (cm)	41.0	49.0	0.001
	Hız (cm/sn)	89.0	109.0	0.000
Pedobarograf	Topuk kaldırma zamanı (basma fazına göre %)	17.1	46.6	0.000
	İtme gücü (impuls)			
	Topuk	4.4	11.6	0.047
	Medial ortaayak	8.0	12.7	0.233
	Lateral ortaayak	41.1	26.2	0.120
	Medial önayak	35.2	46.1	0.142
	Lateral önayak	31.7	23.4	0.109
	Varus/valgus pozisyon indeksi	-34.6	11.1	0.013
	Ayağı ilerletme açısı ( $^{\circ}$ )	-7.9	5.0	0.067



sonuçların değerlendirilmesi için kısmen iyi bir de-ğişkendir; çünkü, fonksiyonların toplamını gösterir bir ölçüttür. Ayağın kendi pozisyonu ve stabilitesini sağladığı an önemli bir rol oynar. Eklem hareketinin hızını yöneten motor kontrol ve denge de önemlidir. Ayrıca, spastisite derecesi ve denge momentum ve güç oluşumuna katkıda bulunur.<sup>[2,15-17]</sup>

Sonuçlarımıza dayanarak, PB yardımıyla tedavi- nin topuk segmentinin düzeltilmesine yönlendiril- mesi halinde, güç üretiminde görülen farklılıkların azalabileceği ileri sürülebilir.

Topuk segmentindeki PB paterninin normalleşti- rilmesi adım uzunluğunu artırma tedavisini kapsar. Hızı oldukça iyi ve fonksiyonu nispeten yüksek olan BF'li çocuklarda iyi bir adım uzunluğu, geç salınım fazında diz eklemine iyi bir ekstansiyonunu gerektirir. Normal veya normale yakın adım uzunluğu ge- nellikle topuk çarpmasıyla sonuçlanır. Başlangıç te- masında topuk çarpması, daha sonraları BF'li kişinin ayak bileğinde spastisite gelişimiyle sonuçlanır. Şayet basma fazında erken spastisite önlenemez olsa, geç basma fazında ayak bileği ekleminden daha iyi güç üretimi mümkün olabilir. Ayakta deformite oluşturan ayak bileği ekinusu ve varus/valgus pozisyonu da göz önüne alınmalıdır; düşüncemiz, tedaviyle daha iyi fonksiyon elde edileceği yönündedir. Normal görünen bir ayak, deformiteli bir ayaktan muhtemelen daha iyi çalışacaktır.

Göz önüne alınması gereken bir başka nokta, has- tanın geliştirmiş olabileceği ve saptanması sıklıkla zor olan baş etme yanıtlarıdır. Bu duruma bir örnek, hemiplejik BF'li hastalarda iyi bilinen, tutulmuş taraf pelvisine retraksiyon yaptırma eğilimidir. Bu durum muhtemelen kalça eklemine içe doğru rotasyonun artmasıyla ilgilidir. Pelvisin retraksiyonuyla, diz ve ayak bileği eklemi, bunu takiben de ayak, normalde olduğundan daha fazla öne doğru yönelecektir. Tutu- lu olmayan tarafın kontrolü daha kolaydır ve hasta, kalçayı belli bir dereceye kadar dış rotasyona getire- rek bu taraftaki rotasyonu kolayca kompanse edebilir. Sagital planda kalça tutulumu olarak da tanımlanan bu durum, sadece Winter sınıflamasına göre grup 4 olan hastalarda değil, diğer gruplarda da görülmek- tedir. Bu, hemiplejik ve tutulu olmayan taraflardaki ayak ilerletme açıları arasında neden daha büyük bir fark görülmediğine de açıklama getirebilir. Spastik hemiplejik BF'li hastalarda göz önüne alınması gere- ken bir diğer baş etme yanıtı da, güç üretiminin ayak

bileği ekleminden her iki taraf kalça eklemine kay- masıdır. Bu durum BP sonuçlarındaki korelasyonu etkileyebilir.<sup>[18]</sup>

Çalışmamız, sayıca az bir hasta grubunda yapılan geriye dönük bir çalışmadır. Hastaların YÜ ve PB ile değerlendirilme endikasyonları farklılık göstermek- teydi ve cerrahi de dahil önceki tedavileri dikkate alınmamıştı. Bununla birlikte, bu hastalardan elde edilen veriler, spastik hemiplejik BF'li hastalarda, hemiplejik taraf ile tutulu olmayan tarafı karşılaştı- rmak için fırsat yaratmıştır. Bu hastalarda statik beyin hasarının yol açtığı primer hareket bozukluğunun tedavi edilmesinde, tutulu olmayan tarafın tümüyle normal olmayabileceği bilinmeli ve hastanın her iki tarafta geliştirmiş olabileceği baş etme yanıtları da göz önüne alınmalıdır.

### Sonuç

Pedobarograf verilerindeki farklılıklar ayak bile- ği eklemine güç üretiminden kaynaklanmaktadır ve spastik hemiplejik BF'de tedaviye karar vermeye yar- dımcı olabilir. Beyin felçli çocuklarda hem üçboyutlu YA hem de PB ile güvenilir ve yararlı bilgi elde edile- bileceğine inanıyoruz. Bu iki farklı araştırma yöntemi ayak deformitesi ve fonksiyonuyla ilgili belli ölçüde benzer veya en azından ilişkili bilgi sağlamaktadır. Daha kolay ve daha ucuz bir değerlendirme aracı olan PB, ayak deformitesini ve tedavi sonrasındaki seyrini izlemede kullanılabilir.

### İlgi çakışması

Yazarlar bu araştırma ve yazının hazırlanması için dışarıdan burs ya da mali destek şeklinde hiçbir yardım almamışlardır.

### Kaynaklar

1. Stout J, Gage JR, van Heest AE. Hemiplegia: pathology and treatment. In: Gage JR, editor. The treatment of gait problems in cerebral palsy. 2nd ed. London: Mac Keith Press; 2004. p. 314-28.
2. Miller F. Gait. In: Miller F, editor. Cerebral palsy. New York: Springer; 2005. p. 251-386.
3. Bowen TR, Miller F, Castagno P, Richards J, Lipton G. A method of dynamic foot-pressure measurement for the evaluation of pediatric orthopaedic foot deformities. J Pediatr Orthop 1998;18:789-93.
4. Chang CH, Miller F, Schuyler J. Dynamic pedobarograph in evaluation of varus and valgus foot deformities. J Pediatr Orthop 2002;22:813-8.
5. Craxford AD, Minns RJ, Park C. Plantar pressures and gait parameters: a study of foot shape and limb rotations in

- children. *J Pediatr Orthop* 1984;4:477-81.
6. Liu XC, Thometz JG, Tassone C, Barker B, Lyon R. Dynamic plantar pressure measurement for the normal subject: Free-mapping model for the analysis of pediatric foot deformities. *J Pediatr Orthop* 2005;25:103-6.
  7. Thometz JG, Liu XC, Tassone JC, Klein S. Correlation of foot radiographs with foot function as analyzed by plantar pressure distribution. *J Pediatr Orthop* 2005;25:249-52.
  8. 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;39:214-23.
  9. Winters TF Jr, Gage JR, Hicks R. Gait patterns in spastic hemiplegia in children and young adults. *J Bone Joint Surg [Am]* 1987;69:437-41.
  10. Riad J, Coleman S, Henley J, Miller F. Reliability of pedobarographs for paediatric foot deformity. *J Child Orthop* 2007;1:307-12.
  11. Andreacchio A, Orellana CA, Miller F, Bowen TR. Lateral column lengthening as treatment for planovalgus foot deformity in ambulatory children with spastic cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 2000;20:501-5.
  12. Chang CH, Albarracin JP, Lipton GE, Miller F. Long-term follow-up of surgery for equinovarus foot deformity in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 2002;22:792-9.
  13. Bennett D, Walsh M, O'Sullivan R, Gallagher J, O'Brien T, Newman CJ. Use of a dynamic foot pressure index to monitor the effects of treatment for equinus gait in children with cerebral palsy. *J Pediatr Orthop* 2007;27:288-94.
  14. Park KB, Park HW, Lee KS, Joo SY, Kim HW. Changes in dynamic foot pressure after surgical treatment of valgus deformity of the hindfoot in cerebral palsy. *J Bone Joint Surg [Am]* 2008;90:1712-21.
  15. Boyd RN, Pliatsios V, Starr R, Wolfe R, Graham HK. Biomechanical transformation of the gastroc-soleus muscle with botulinum toxin A in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2000;42:32-41.
  16. Cappozzo A, Figura F, Marchetti M. The interplay of muscular and external forces in human ambulation. *J Biomech* 1976;9:35-43.
  17. Robertson DG, Winter DA. Mechanical energy generation, absorption and transfer amongst segments during walking. *J Biomech* 1980;13:845-54.
  18. Riad J, Haglund-Akerlind Y, Miller F. Power generation in children with spastic hemiplegic cerebral palsy. *Gait Posture* 2008;27:641-7.