

ORIGINAL ARTICLE

Hemiplejik serebral palsili çocuklarda robotik yürüme eğitiminin yürüyüşe etkilerinin incelenmesi

Meltem YAZICI, Ayşe LİVANELİOĞLU, Kıvılcım GÜCÜYENER, Erkan SÜMER, Yavuz YAKUT

Amaç: Bu çalışmanın amacı spastik hemiplejik serebral palsili (SP) çocuklarda robotik yürüme eğitiminin, yürümenin zaman-mesafe karakteristikleri ile hız ve endüransının geliştirilmesi üzerine etkilerini araştırmaktır.

Yöntem: Çalışmaya düzenli olarak haftada üç kez fizyoterapi ve rehabilitasyon programına devam eden 5-12 yaş arasındaki 20 spastik hemiplejik SP'li çocuk dahil edildi. Çocuklar kontrol ve robotik rehabilitasyon çalışma grubu olarak ikiye ayrıldı. Tüm çocuklar üç ay boyunca haftada üç kez fizyoterapi ve rehabilitasyon programına katılırken, çalışma grubundaki çocuklar ayrıca 3x30 dk/hafta *Innowalk Pro* ile yürüme eğitimine katıldılar. Üç aylık sürenin başlangıcında ve sonunda yürüyüşün duruş fazı, sallanma fazı, çift destek süresi, tempo, adım uzunluğu ve ayak açısı incelendi. Yürüyüşün hızı ve endüransının değerlendirilmesinde 10 m ve 6 dk yürüme testleri kullanıldı.

Bulgular: Çalışma grubundaki çocukların 10 m yürüme hızında (rahat hissettiği hızda) ve 6 dk yürüme mesafesinde ($p<0,05$), kontrol grubundaki çocukların ise 6 dk yürüme mesafesinde tedavi sonrasında gelişme kaydedildi ($p<0,05$). Çalışma ve kontrol grubundaki çocukların yürümenin zaman mesafe karakteristikleri, yürüme hız ve endüransları arasında hem tedavi öncesinde hem de tedavi sonrasında gruplar arasında fark bulunamadı ($p>0,05$).

Sonuç: Hemiplejik SP'de yürüme daha çok alt ekstremité gücündeki kayıpla ilişkili olarak bozulmaktadır. Yürüme sırasında paretik ekstremité kullanımı kuvvetlendirme ve denge egzersizleriyle geliştirilebilmektedir. Robotik yürüme eğitimi, yürüme hızının ve hız algısının değiştirilmesinde yarar sağlamakta ve bireye özel oluşturulan fizyoterapi programına destekleyici olarak kullanılması önerilmektedir.

Anahtar kelimeler: Yürüme bozuklukları, Serebral palsy, Yürüme hızı.

An investigation of the effects of the robotic gait training on gait in children with hemiplegic cerebral palsy

Purpose: This study investigated the effects of the robotic gait training on speed, endurance and spatiotemporal characteristics of gait in children with spastic hemiplegic cerebral palsy (CP).

Methods: The study included 20 spastic hemiplegic CP children between the ages of 5 and 12 years. The children were divided into two groups such as a control and a robotic rehabilitation treatment groups. All children participated in the physiotherapy and rehabilitation program 3 times a week for 3 months while the children in the study group also participated in the walking training with *Innowalk Pro* 3x30 min/week. Spatiotemporal characteristics of the gait (stance phase, sway phase, double support phase, cadence, step length, and foot angle) were assessed before beginning and after 3 months. A 10 meter walk test and a 6 minute walk test (6MWT) were used to assess walking speed and endurance.

Results: The children in the study group had a significant difference ($p<0.05$) in 10 m walking speed (at comfortable speed) and 6MWT distance ($p<0.05$), whereas the ones in the control group had a significant difference in 6MWT distance. There was no difference between the walking time and the endurance of the spatiotemporal characteristics of the children in the study and control groups in any of the parameters ($p>0.05$).

Conclusion: Walking in hemiplegic CP is more often associated with loss of lower extremity strength and can be improved by strengthening and balance exercises of paretic extremity during walking. Robotic walking training is beneficial in changing walking speed and speed sense, and its usage is recommended as a support for the individually developed physiotherapy program.

Keywords: Gait disorders, Cerebral palsy, Walking speed.

Yazıcı M, Livanelioğlu A, Gücüyener K, Sümer E, Yakut Y. Hemiplejik Serebral palsili çocuklarda robotik yürüme eğitiminin yürüyüşe etkilerinin incelenmesi. *J Exerc Ther Rehabil.* 4(1):1-8. *An investigation of the effects of robotic gait training on gait in children with hemiplegic cerebral palsy.*



M Yazıcı, A Livanelioğlu, E Sümer: Hacettepe University, Faculty of Health Sciences, Department of Physiotherapy and Rehabilitation, Ankara, Türkiye.

K Gücüyener: Gazi University, Faculty of Medicine, Department of Pediatric Neurology, Ankara, Türkiye.

Y Yakut: Hasan Kalyoncu University, Institute of Physiotherapy and Rehabilitation, Gaziantep, Türkiye.

Corresponding author: Meltem Yazıcı: meltem_yazici@yahoo.com

Received: January 2 2017.

Accepted: February 15 2017.

Serebral palsi (SP), prenatal, perinatal veya postnatal dönemde immatür beynin değişik nedenlerle etkilenmesi sonucu ortaya çıkan kalıcı, ilerleyici olmayan bir bozukluktur. Unilateral üst ve alt ekstremitenin motor ve/veya duyuşal hasarıyla karakterize olan hemiplejik SP en sık görülen spastik SP tipidir.¹ Hemiplejik SP'li çocukların sağlıklı yaşlılarına göre yürüyüş hızlarının daha düşük olduğu ve asimetric yürüyüş paternleri gösterdikleri bilinmektedir. Bu durum rehabilitasyonun temel amacı olan hayata katılımı ve yaşam kalitesini etkilemektedir.²

Son dönemlerde araştırmacılar, beyin lezyonuyla ilişkili fonksiyonel kayıplarda unilateral veya bilateral eğitimin kortikal reorganizasyondaki etkilerini araştırmaya odaklanmaktadır.^{3,4} Araştırmalarda, beyin unilateral etkilenimi söz konusu olsa dahi kontralateral hemisferden gelen düzenleyici etkilerin yeterli olmaması nedeniyle sağlam taraf ekstremitte hareketlerinin de kalitesinde kayıp olduğu gösterilmektedir. Unilateral etkilenimi olan çocuklarda bilateral eğitimin beyin reorganizasyonu üzerine daha etkin sonuçları olduğu birçok çalışma ile desteklenmektedir.^{3,5}

Unilateral etkilenimi olan çocukların yürüyüş paternlerinin normalden saptığı, yürüyüş hızının, dengesinin ve ileri düzey fonksiyonel becerilerdeki yeterliliğinin sağlıklı yaşlılarına göre düşük olduğu bilinmektedir. Hemiplejik çocuklarda yürüyüşün kalitesinin bozulması ve asimetric yürüyüş paterninin baskın olması, bu asimetric paternin sürekli tekrarlanması hız gerektiren aktivitelerde asimetricin daha da belirginleşmesine yol açmaktadır.⁶ Hemiplejik çocukların ilk 3 yaşa kadar bağımsız yürüme düzeyine ulaştıkları, ayakta durma ve yürümeye (ortalama 11,6 ay) başladıktan sonra alt ekstremitte asimetricini belirginleştirdikleri bilinmektedir.⁷ Bu çocuklar fiziksel yetersizliklerini ekstremitelerin fonksiyonel kompensasyonu ile geliştirmeye çalıştıklarından yürüyüş paternleri ilerleyen yaşla birlikte normal yürüyüş özelliklerinden daha çok sapmaktadır.⁸ Bu nedenle hemiplejik çocuklarda simetric yürüme paterninin geliştirilmesi önem kazanmakta ve tüm vücut koordinasyonunu ve postüral düzgünlüğünü içeren, alt ekstremitelerin birbirine uyumlu hız ve açılarında adımlamanın sağlandığı yürüyüş

paternlerinin tekrarlanmasında robotik yardımcı cihazlar kullanılmaktadır.⁹⁻¹¹

Bu çalışmanın amacı, bağımsız yürüyebilen spastik hemiplejik SP'li çocuklarda robotik yürüme eğitiminin yürümenin zaman mesafe karakteristikleri, hız ve enduransının geliştirilmesindeki etkinliğini araştırmaktır. Bu nedenle yürüme maturasyonunun devam ettiği 5-12 yaşlar arasındaki hemiplejik SP'li çocukların yürüyüşlerinin fizyoterapi-rehabilitasyon uygulamaları ve simetric, tekrarlayıcı, görev-odaklı yürüyüş eğitimi veren robotik yürüme cihazıyla değişimi incelendi.

YÖNTEM

Bu çalışma, prospektif kontrollü çalışma olarak yapıldı. Katılım izni anne, baba ve çalışmaya katılan çocuklardan yazılı onayla alındı. Çalışmanın yapılabilmesi için Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan ve Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu Etik Kurulundan gerekli izin ve onay alındı (KA-16045). Çalışma Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümünde, Ocak 2016-Ekim 2016 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

Katılımcılar

Çalışmaya düzenli olarak haftada 3 kez fizyoterapi ve rehabilitasyon programına devam eden 5-12 yaş arasındaki 20 spastik hemiplejik SP'li çocuk dahil edildi.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri: Kaba motor fonksiyon sınıflandırma sistemine (GMFCS) göre seviye I düzeyinde olan, görme, işitme kaybı olmayan, kendisiyle iletişime engel olacak derecede mental retardasyonu olmayan (özürlü kurulu sağlık raporuna göre orta-iyi mental kapasitede olan) ve çalışmaya katılmayı kabul eden çocuklar çalışmaya dahil edildi.

Dahil edilmeme kriterleri: Son 6 içerisinde alt ekstremitte kırığı veya kas-tendon ve kemik operasyonu geçiren ve spastisiteyi inhibe edecek herhangi bir farmakolojik ajana maruz kalan, kardiyak instabilite, solunum problemleri olan çocuklar ile robotik yürüme cihazının kullanımına engel olacak alt ekstremitte eklemlerinde kontraktürü olan çocuklar çalışma dışında bırakıldı.

Çalışma planı

Robotik rehabilitasyon grubu (Çalışma Grubu) haftada 3 kez robotik yürüme eğitimine katılmayı kabul eden ailelerin çocuklarından oluşturuldu. Çocuklar 3 ay boyunca haftada 3 kez, 45 dk düzenli devam ettikleri fizyoterapi ve rehabilitasyon programına ek olarak, haftada 3 kez 30'ar dakikalık robotik yürüme eğitimine katıldılar. Kontrol grubundaki çocuklar ise haftada 3 kez, 45 dk'lık fizyoterapi ve rehabilitasyon programına devam ettiler. 3 aylık sürenin başlangıcında ve sonunda yürümeye yönelik klinik değerlendirmeler her iki gruba yapıldı.

Değerlendirme yöntemleri

Yürüyüşün zaman mesafe özellikleri: Değerlendirmede, Diagnostic Support Baropodometer Footscan® 3D sistemi kullanıldı.¹² Sistem basınç algılayıcı platform, güç birimi, yüksek hızlı kameralar, yazıcı, monitör, yazıcı-platfom arası ve yazıcı monitör arası bağlantılar içermektedir. Basınç algılayan, boyu 4 m, eni 40 cm olan platform üzerinde çocukların normal yürüme hızlarında yürümeleriyle yürüyüşün zaman mesafe özellikleri (duruş fazı, sallanma fazı, çift destek süresi, tempo, adım uzunluğu ve ayak açısı) süre (sn) üzerinden değerlendirildi.

10 m yürüme testi: İlk kez inme geçiren hastalarda geliştirilmiş olan testin test-tekrar test güvenilirliği sağlıklı yetişkinlerde ($r=0.75-0.90$) ve GMFCS III seviyesindeki SP'li çocuklar için kendi yürüyüş hızlarındaki ölçümlerde (ICC=0.78) yüksek/iyi düzeydedir.¹³ Çocuğun kendi istediği hızda ve yürüyebildiği maksimum hız ile 10 m'lik mesafeyi üçer kez yürümesi istendi. Yürümenin akselerasyon ve deselerasyon fazlarını devre dışında bırakmak için yürüyüş mesafesinin ortasında kalan 6 m boyunca çocuğun yürüdüğü süreler ölçülerek ortalamaları kaydedildi.

6 dakika yürüme testi (6 DYT) : Çocuklarda 6 DYT, yürüme kapasitesinin veya hızının değerlendirilmesi gibi birçok durumda yaygın olarak kullanılan ve kolay uygulanabilen bir testtir.^{13,14} Çalışmamızda yürümenin hız ve endurans açısından gelişimini değerlendirmek amacıyla kullanılmıştır. Amerika Toraks Derneği'nin önerdiği gibi katılımcıların 6 dk boyunca 20 m'lik mesafeyi durmadan, koşmadan, yürüme hızıyla ilgili yönlendirilmeden yürümeleri

sağlanarak yürüme değerlendirilmiştir. Mesafe ölçümünde m birim olarak kullanıldı.

Tedavi programı

Standart fizyoterapi rehabilitasyon programı: Kontrol ve çalışma grubunda yürüme, yürüme hızı, denge becerilerinin geliştirilmesine yönelik fizyoterapi ve rehabilitasyon programı içinde alt ekstremitte germe egzersizleri, fonksiyonel kuvvetlendirme egzersizleri, squat, basamak inme-çıkma, fonksiyonel uzanma, denge tahtasında sağ-sol denge eğitimi, tek ayak üstünde durma egzersizleri çalışılmıştır.

Innowalk Pro: Çalışma grubundaki çocukların robotik yürüme eğitiminde (RYE) üst ekstremitelerin katılımını sağlayarak koordine ve uygun hızda, postüral düzgünlükle yürümenin çalışılabilmesine olanak sağlayan "Made for Movement" tarafından Norveç'te geliştirilen Innowalk Pro robotik yürüme cihazı terapinin bir parçası olarak kullanıldı.¹⁵ Innowalk Pro hızı ayarlanabilir, her yürüme döngüsünde devir sayısını ve aldığı mesafeyi gösteren göstergesi, çocuğun aktif katılımına izin verme ve vücut boyutlarına göre ayarlanabilir olma özelliklerine sahiptir. Bu özellikleriyle çocuğun vücut mekaniğine uygun düzenlemeleri yapmaya ve simetrik postürle çalışmaya olanak sağlamaktadır.¹⁵ Çalışmada oluşturduğumuz robotik yürüme eğitim programı; 5 dk ısınma, 20 dk artan hızlarla maksimum kalp hızının % 55-75'i aralığında yürüme eğitimi ve son 5 dk soğuma aşamalarını içeren 30 dk'lık yürüme egzersizinden oluşmaktadır. Innowalk Pro'nun yürüme eğitimi sırasında kullanımı Şekil 1'de gösterilmektedir.

İstatistiksel analiz

Çalışmamızda elde edilen veriler istatistiksel yöntemler kullanılarak analiz edildi. Verilerin istatistiksel analizleri için SPSS for Windows Version 15.0 programı kullanıldı. Bireylerin ölçümle belirtilen puanları ortalama, standart sapma değerleri ile ifade edildi. Sonuçlar gruplar arasında Mann Whitney U testi ile grupların kendi içlerinde tedavi öncesi ve sonrası değerlendirmeleri Wilcoxon testi ile karşılaştırıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi 0.05 olarak kabul edildi.

BULGULAR

Robotik yürüme ve fizyoterapi rehabilitasyon programına katılan çalışma grubuna dahil olan 10 ve sadece fizyoterapi rehabilitasyon programına katılan kontrol grubundaki 10 çocuğun demografik bilgileri Tablo 1'de gösterilmiştir. Her iki grupta 3 (% 30) sağ paretik, 7 (% 70) sol paretik etkilenimi olan çocuktan oluşmaktaydı.

Tedavi öncesinde ve sonrasında grupların birbirleriyle karşılaştırmaları Tablo 2'de gösterilmiştir. Tedavi öncesinde gruplar arasında fark görülmezken tedavi sonrasında da gruplar arasında fark bulunmadı ($p>0,05$).

Grupların tedavi öncesi ve sonrası değerlendirmeleri kendi içlerinde karşılaştırıldığında çalışma grubunda 10 m kendi istediği hızda yürüme süresi ve 6 dk yürüme mesafesinde, kontrol grubunda ise sadece 6 dk yürüme mesafesinde fark olduğu görüldü ($p<0,05$) (Tablo 3).

Yürüyüş parametrelerinde paretik ve paretik olmayan ekstremiteler arasındaki fark gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrasında fark belirlenmedi ($p>0,05$) (Tablo 4).

Tablo 1. Çalışmaya katılan çocukların demografik özellikleri.

	Çalışma (N=10) X±SD	Kontrol (N=10) X
Yaş (yıl)	8,6±2,3	9,1±1,7
Vücut ağırlığı (kg)	28,3±12,6	26,8±4,7
Boy (cm)	128,5±16,7	133,1±12,4
Beden kütle endeksi (kg/m ²)	16,5±3,3	15,2±2,3

TARTIŞMA

Normal yürüyüş paterninin bozulduğu durumlarda kuvvetlendirme ve denge eğitiminin yürüyüşün üzerine olumlu etkileri çalışmalarda gösterilmektedir.^{16,17} Hemiplejik çocuklarda yürüyüşün geliştirilmesi üzerine denge eğitiminin araştırıldığı bir çalışmada 6 hafta boyunca haftada 3 kez 30 dk. denge eğitiminin dengeyi (ön-arka-nonparetik ekstremiteler yönünde) ve yürüme sırasındaki

adım simetrisini geliştirdiği gösterilmiştir.¹⁸ Hemiplejik SP'de yürümenin daha çok alt ekstremitelerdeki gücündeki kayıpla ilişkili olarak bozulduğu, kuvvetlendirme eğitiminin hemiplejik çocukların kas kuvvetinde artış sağlayarak yürüme simetrisini geliştirdiği gösterilmektedir.^{18,19} Bu bilgilere benzer olarak çalışmamızda da fonksiyonel kuvvetlendirme egzersizlerinin çalışıldığı standart fizyoterapi ve rehabilitasyon programıyla yürüyüşün zaman mesafe özelliklerinde gelişim sağlandığı ancak bu gelişimin anlamlı fark oluşturacak düzeye ulaşmadığı görülmüştür. Çocukların yüksek fonksiyonellik düzeylerine sahip olmaları, tedavi öncesinde yürüyüş parametrelerinde paretik ve paretik olmayan ekstremiteleri arasında belirgin bir asimetrisinin olmaması nedeniyle tedavi sonrasında yürüyüş parametrelerinde belirgin bir değişimin olmadığını düşünmekteyiz.

Hemiplejik yürüyüş, adım döngülerinde görülen yüksek değişkenlikle karakterize özellikler içermektedir. Genel olarak tedavi öncesinde paretik ekstremitenin duruş fazının, tek ekstremitelerde kalış süresinin ve duruş/sallanma fazı oranlarının kısaldığı her iki grupta da görülmektedir. Tedavi sonrasında çalışma grubunda paretik duruş fazının, paretik olmayan sallanma fazının arttığı, çift destek periyodunun azaldığı görülmektedir. Bu değişimler istatistiksel olarak fark yaratabilecek düzeye ulaşmamış ancak değişimin yönü kontrol grubundan farklı olmuştur. Çalışma grubunda yürüyüş parametrelerinin tedavi süreci içerisinde gelişim gösterdiği görülmektedir. Pasif koşullarla sağlanan yürüme eğitiminin yürümenin hızı, temposu, adım uzunluğu, pelvik akselerasyonunda bir değişiklik oluşturmadığı gösterilmektedir.^{20,21} Ayrıca çevre etkenlerine karşı düzenlemelerin gerekmediği koşullarda sensorimotor korteksin aktivasyonunun azaldığı bilinmektedir.²² Çalışmamızda kullanılan *Innowalk Pro* yürüyüşüne aktif katılıma olanak sağlamasına rağmen yürüyüşün pasif devam ettirilmesine izin vermekte ve yürüme sırasında değişken koşullar oluşturmamaktadır. Bu nedenle, yürüyüşün parametrelerinde anlamlı değişim sağlanamadığı düşünülmektedir.

Her iki grupta da tedavi sonrası değerlendirmelerde yürüme hızının iyileştiği, 6 dk içinde yürüdüğü mesafenin arttığı

Tablo 2. Grupların tedavi öncesinde ve sonrasında karşılaştırılması.

		Tedavi öncesi		Tedavi sonrası	
		Çalışma Grubu	Kontrol Grubu	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu
		X±SD	X±SD	X±SD	X±SD
Duruş fazı (sn)	Paretilik	0,64±0,15	0,62±0,10	0,68±0,13	0,58±0,09
	Nonparetilik	0,69±0,11	0,69±0,09	0,70±0,16	0,63±0,13
Sallanma fazı (sn)	Paretilik	0,54±0,08	0,55±0,08	0,56±0,07	0,56±0,11
	Nonparetilik	0,45±0,13	0,45±0,07	0,50±0,07	0,46±0,06
Çift destek süresi (sn)		0,11±0,05	0,10±0,04	0,10±0,05	0,07±0,04
Çift adım uzunluğu (m)		1,17±0,20	1,18±0,15	1,24±0,20	1,14±0,19
Tempo (adım/dk)	Paretilik	51,52±5,78	51,99±5,36	54,13±7,71	54,45±5,21
	Nonparetilik	51,21±4,39	51,92±3,72	54,12±7,62	54,18±5,14
Adım uzunluğu (cm)	Paretilik	42,00±8,79	42,10±7,92	40,90±9,12	43,00±7,83
	Nonparetilik	38,73±9,42	42,30±7,33	38,20±12,06	44,10±6,15
Ayak açısı (°)	Paretilik	15,44±6,81	14,35±7,28	11,24±4,78	14,75±6,74
	Nonparetilik	12,07±2,98	9,27±5,58	11,41±4,02	10,54±5,58
10 m	Kendi istediği hız	6,05±1,09	5,07±1,20	5,18±0,99	4,70±7,49
	Maksimum hız	3,71±0,70	3,69±0,56	3,29±0,27	3,63±5,79
6 dakika yürüme testi (m)		421,3±55,7	446,7±55,4	482,9±48,3	471,8±49,6

Tedavi öncesi ve sonrası her iki grubun tüm karşılaştırılmasında p>0,05.

Tablo 3. Gruplarda yürüyüş parametreleri, hız ve mesafe değerlendirmelerinin tedavi öncesi ve sonrasında karşılaştırılması.

		Çalışma Grubu		Kontrol Grubu	
		Tedavi öncesi	Tedavi sonrası	Tedavi öncesi	Tedavi sonrası
		X±SD	X±SD	X±SD	X±SD
Duruş fazı (sn)	Paretilik	0,64±0,15	0,68±0,13	0,62±0,10	0,58±0,09
	Nonparetilik	0,69±0,11	0,70±0,16	0,69±0,09	0,63±0,13
Sallanma fazı (sn)	Paretilik	0,54±0,08	0,56±0,07	0,55±0,08	0,56±0,11
	Nonparetilik	0,45±0,13	0,50±0,07	0,45±0,07	0,46±0,06
Çift destek süresi (sn)		0,11±0,05	0,10±0,05	0,10±0,04	0,07±0,04
Çift adım uzunluğu (m)		1,17±0,20	1,24±0,20	1,18±0,15	1,14±0,19
Tempo (adım/dk)	Paretilik	51,52±5,78	54,13±7,71	51,99±5,36	54,45±5,21
	Nonparetilik	51,21±4,39	54,12±7,62	51,92±3,72	54,18±5,14
Adım uzunluğu (cm)	Paretilik	42,00±8,79	40,90±9,12	42,10±7,92	43,00±7,83
	Nonparetilik	38,73±9,42	38,20±12,06	42,30±7,33	44,10±6,15
Ayak açısı (°)	Paretilik	15,44±6,81	11,24±4,78	14,35±7,28	14,75±7,49
	Nonparetilik	12,07±2,98	11,41±4,02	9,27±5,58	10,54±5,79
10 m	Kendi istediği hız	6,05±1,09	5,18±0,99*	5,07±1,20	4,70±0,59
	Maksimum hız	3,71±0,70	3,29±0,27	3,69±0,56	3,63±0,49
6 dakika yürüme testi (m)		421,3±55,7	482,9±48,3*	446,7±55,4	471,8±49,6*

* Gruplarda tedavi öncesi-sonrası p<0,05. Gruplarda tedavi öncesi-sonrası diğer tüm verilerde p>0,05.

Tablo 4. Yürüyüş parametrelerinde paretik ve nonparetik ekstremiteler arasındaki farkın tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması.

	Tedavi öncesi		Tedavi sonrası	
	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu	Çalışma Grubu	Kontrol Grubu
	X±SD	X±SD	X±SD	X±SD
Duruş fazı (sn)	0,06±0,10	0,07±0,08	0,02±0,07	0,05±0,08
Sallanma fazı (sn)	-0,09±0,11	-0,10±0,08	-0,06±0,06	-0,10±0,09
Tempo (adım/dk)	-0,31±2,43	-0,07±4,31	-0,01±0,92	-0,27±1,67
Adım uzunluğu (cm)	-3,27±6,23	0,20±6,14	-2,70±7,44	1,10±4,38
Ayak açısı (°)	-3,36±8,12	-5,08±8,96	0,17±4,51	-4,21±11,66

Tedavi öncesi ve sonrası her iki grubun tüm fark karşılaştırmalarında p>0.05.

görülmektedir. Çalışma grubunda 6 DYT sonucu başlangıç değerlerine göre farklı, kontrol grubuna göreyse daha yüksek bir artış göstermiştir. Robotik yürüme çalışmalarında ekstremitelerin pasif dinamik kullanımı yürüme sırasında daha az enerji harcamasını ve daha az kontrolü gerektirmektedir. Yürümenin geliştiği çocuklarda yürümenin daha az çabayla gerçekleştirilmesi yürümenin akıcılığını ve otomatikleşmesini artırmaktadır. Yürümeyi ilk 3 yaş aralığında öğrenmiş olan hemiplejik çocukların enduranslarındaki bu büyük artış, basit motor hareketlerin tekrarlanarak becerilerin otomatikleşmesine dayandırılabilir.²³ Bulea ve diğerleri, prefrontal senkronizasyonun hızlı yürüme ile geliştirilebildiğini ve yürüme hızının performansı geliştirdiğini göstermişlerdir.²⁴ Çalışmamızda da robotik yürüme eğitimi alan çocukların 10 m kendi istediği yürüme hızında yürüdüğü sürenin azaldığı, çocukların daha yüksek hız değerinde daha konforlu hissedebilmelerinin geliştirildiği görülmektedir. Rahat hissettikleri hızın üstünde yoğun tekrarlı yürüme çalışmaları ile hissettikleri hız algılarının değiştirilebildiği gösterilmektedir. Bu durum duyuşal entegrasyon ile de ilişkilidir. Görsel olarak hızlı veya yavaş optik akışla yürümenin hemiplejik çocukların yürüyüşüne olan etkisi incelendiğinde yürüyüş hızı, temposu, adım uzunluklarının değiştirilebildiği, bu çocuklarda optik akış hızının modülasyonu ile yürüme parametreleri arasında değişiklik sağlanabileceği gösterilmektedir.²⁵

Motivasyonun ve sık tekrarlanan hareketin motor öğrenmeyi fasilite ettiği,

hareket paternlerinin özelliklerinin değiştirilebilmesinin motor öğrenme ve beyin reorganizasyonuna dayandığı bilinmektedir.^{26,27} Robotik yürüme eğitiminde bu çalışmayı spor yapmak olarak kabul eden daha büyük yaş çocukların gayreti ve katılımı yüksekken daha küçük yaşta veya dikkat problemi yaşayan çocukların robotik yürüme eğitimine aktif katılımlarını sürdürebilmeleri zor olmuştur. Bazen aktif katılmayı reddetmiş bazen cihazın pasif hareketine uyumlanmış, bazen de yapageldikleri kompensatuar mekanizmaları cihaz içinde devam ettirmişlerdir. Bu çalışmada hareketin kalitesinde fark olmamasının bir sebebi çocukların çabuk sıkılmaları nedeniyle aktif katılımlarının düşük olmasıdır. Bu nedenle robotik yürüme eğitimi veren innowalk pro cihazına performans dayalı motivasyon sağlayan bir programın eklenmesinin gerekli olduğu, performansı yansıtan oyun destekli bilgisayar simülasyon programlarının çocuğun aktif katılımını artıracak düşünülmemekte ve önerilmektedir. Hareketin paternine odaklı böyle bir çalışmayla yürüyüş parametrelerindeki değişimin araştırılması önemli olacaktır.

Çalışmanın limitasyonları

Çalışmamızda olgu sayısının az olmasının hemiplejik çocukların ekstremitelerindeki farklarının gösterilmesinde ve tedavi öncesi, sonrası değerlendirmelerinin karşılaştırılmasında önemli bir etken olduğu düşünülmektedir. Çalışmanın daha yüksek olgu sayılarında yapılmasıyla daha kesin sonuçlara ulaşılabilir.

Sonuç

Hemiplejik SP'de yürüme daha çok alt

ekstremitte kuvvetindeki kayıpla ilişkili olarak bozulmakta, yürümede paretik ekstremitenin kullanımı robotik rehabilitasyondan daha çok kuvvetlendirme ve denge egzersizleriyle geliştirilebilmektedir. Diğer taraftan yürüme hızının ve hız algısının geliştirilmesinde robotik yürüme eğitiminin etkileri görülmektedir. Bu nedenle, robotik yürüme eğitimi fizyoterapi programına destekleyici olarak kullanılmalı, ancak tek başına bir tedavi yöntemi veya alternatifi olarak görülmemesi uygun olacaktır.

Teşekkür: Yok.

Çıkar çatışması: Yok.

Finans: Yok.

KAYNAKLAR

1. Styer-Acevedo J. Physical therapy for the child with cerebral palsy. In: Pediatric Physical Therapy. Tecklin JS (Ed). 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1999:107-162.
2. Bayon C, Raya R, Lara SL, et al. Robotic therapies for children with cerebral palsy: a systematic review. Transl Biomed. 2016;7(1):44.
3. Islam M, Nordstrand L, Holmström L, et al. Is outcome of constraint-induced movement therapy in unilateral cerebral palsy dependent on corticomotor projection pattern and brain lesion characteristics? Dev Med Child Neurol. 2014;56(3):252-258.
4. Kuhnke N, Juenger H, Walther M, et al. Do patients with congenital hemiparesis and ipsilateral corticospinal projections respond differently to constraint-induced movement therapy? Dev Med Child Neurol. 2008;50(12):898-903.
5. Damiano D. Meaningfulness of mean group results for determining the optimal motor rehabilitation program for an individual child with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 2014;56(12):1141-1146.
6. Fonseca ST, Holt KG, Fettes L, et al. Dynamic resources used in ambulation by children with spastic hemiplegic cerebral palsy: relationship to kinematics, energetics, and asymmetries. Phys Ther. 2004;84(4):344-354.
7. Kitai Y, Haginoya K, Hirai S, et al. Outcome of hemiplegic cerebral palsy born at term depends on its etiology. Brain Dev. 2016;38(3):267-273.
8. Held JM. Recovery of function after brain damage: theoretical implications for therapeutic intervention. In: Movement Science. Foundations for Physical Therapy in Rehabilitation. Carr JH and Shepherd RB (Eds). Maryland: Aspen Publisher; 1987:155-177.
9. Torey GJ, Bjornson KF, McDonald C, et al. Clinical gait measures for ambulatory children with cerebral palsy: a review. J Prosthet Orthot. 2016;28(1): 2-12
10. Diaz I, Gil JJ, Sanchez E. Lower-limb robotic rehabilitation: literature review and challenge. Journal of Robotics. 2011; doi:10.1155/2011/759764.
11. Moreau N G, Bodkin WA, Bjornson K, et al. Effectiveness of rehabilitation interventions to improve gait speed in children with cerebral palsy: systematic review and meta-analysis. Phys Ther. 2016;96(12):1938-1954.
12. Abrantes JMCS, Santos LFF. Plantar pressure assessment: a new tool for postural instability diagnosis in multiple sclerosis. Jorge RMN et al (eds). Technologies for Medical Sciences, Lecture Notes in Computational Vision and Biomechanics1. 2012;(1):179-204.
13. Thompson P, Beath T, Bell J et al. Test-retest reliability of the 10-metre fast walk test and 6-minute walk test in ambulatory school-aged children with cerebral palsy. Dev Med Child. 2008; 50(5): 370-376.
14. Maher CA, Williams MT, Olds TS. The six-minute walk test for children with cerebral palsy. Int J Rehabil Res. 2008;31(2):185-188.
15. Innwalk Documentation - Made for Movement. <http://ssl.onezero.no/innwalk/>
16. Eek MN, Tranberg R, Zugner R, et al. Muscle strength training to improve gait function in children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 2008;50:759-64.
17. Ledebt A, Becher JG, Kapper J, et al. Balance training with visual feedback in children with hemiplegic cerebral palsy: effect on stance and gait. Motor Control. 2005;9:459-468.
18. Simon AM, Gillespie RB, Ferris DP. Symmetry-based resistance as a novel means of lower limb rehabilitation. J Biomech. 2007;40(6):1286-1292.
19. Meyns P, Van Gestel L, Leunissen I, et al. Macrostructural and microstructural brain lesions relate to gait pathology in children with cerebral palsy. Neurorehabil Neural Repair. 2016;30(9):817-833.
20. Kim J, Park H, Damiano DL. An interactive treadmill under a novel control scheme for simulating overground walking by reducing anomalous force. IEEE/ASME Trans Mechatron. 2014;20(3):1-6.
21. Yoon J, Park H-S, Damiano DL. A novel

- walking speed estimation scheme and its application to treadmill control for gait rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil.* 2012;9(1):62.
22. Miyai I, Suzuki M, Hatakenaka M, et al. Effect of body weight support on cortical activation during gait in patients with stroke. *Exp Brain Res.* 2006;169(1):85-91.
 23. Poldrack R, Sabb F, Foerde K, et al. The neural correlates of motor skill automaticity. *J Neurosci.* 2005;25(22):5356-5364.
 24. Bulea TC, Kim J, Damiano DL, et al. Prefrontal, posterior parietal and sensorimotor network activity underlying speed control during walking. *Front Hum Neurosci.* 2015;9:247.
 25. Lim H. Effect of the modulation of optic flow speed on gait parameters in children with hemiplegic cerebral palsy. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(1):145-148.
 26. Wulf G, Raupach M, Pfeiffer F. Self-controlled observational practice enhances learning. *Research Quarterly for Exercise and Sport.* 2005;76:107-111.
 27. Aiken CA, Fairbrother JT, Post PG. The effects of self-controlled video feedback on the learning of the basketball set shot. *Front Psychol.* 2012;3(338):1-8.