

# İnmeli Hastalarda Kısmi Vücut Ağırılığı Destekli Yürüme Bandı Eğitimi

## Treadmill Training with Partial Body Weight Support in Stroke Patients

Dr. Zeynep ÜÇKARDEŞ,<sup>a</sup>  
Dr. Nigar DURSUN,<sup>a</sup>  
Dr. Ilgın SADE,<sup>a</sup>  
Dr. Erbil DURSUN<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon AD,  
Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Kocaeli

Geliş Tarihi/Received: 29.04.2009  
Kabul Tarihi/Accepted: 03.11.2009

Yazışma Adresi/Correspondence:  
Dr. Nigar DURSUN  
Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi,  
Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon AD,  
Kocaeli,  
TÜRKİYE/TURKEY  
nigard@hotmail.com

**ÖZET Amaç:** Kısmi vücut ağırlığı destekli (KVAD) yürüme bandı eğitimi, dinamik sistemler modelinde geliştirilmiş kısmen yeni bir tedavi yöntemidir. Bu çalışmamızın birincil hedefleri KVAD yürüme bandı eğitiminin inmeli hastalarda yürümenin hızı-endüransı, hastaların fonksiyonel ambülasyon düzeyi üzerine olan ilave etkilerinin belirlenmesidir. İkincil hedefler ise spastisite, motor fonksiyonlar ve yürüme kalitesi üzerine etkilerinin ortaya konmasıdır. **Gereç ve Yöntemler:** Çalışmaya dahil edilen 30 hasta randomize olarak iki gruba ayrıldı. On altı hastaya (çalışma grubu) konvansiyonel fizyoterapi yöntemleri ve beraberinde KVAD yürüme bandı eğitim programı, 14 hastaya ise (kontrol grubu) yalnız konvansiyonel fizyoterapi uygulandı. Hastaların alt ekstremitte motor fonksiyonları Brunnstrom Fonksiyonel Gelişim Evrelelendirmesi (BFGGE) ve Rivermead Motor Değerlendirme (RMD), spastisiteyi Modifiye Ashworth Skalası (MAS), ambülasyon düzeyleri Fonksiyonel Ambülasyon Sınıflandırması (FAS), yürüme ise zaman-uzaklık değişkenleri, Klinik Kinezyolojik Yürüme Analizi (KKYA) ve 6 dakika yürüme testi ile değerlendirildi. Tüm ölçümler tedavi öncesi-sonrası-1 ve 4 ay sonra yapıldı. **Bulgular:** İki grup tedavi öncesi değerlendirilen tüm parametreler açısından karşılaştırılabilir idi (tüm parametreler için  $p > 0.05$ ). Tedavi sonrasında motor fonksiyonlarda (BFGGE  $p = 0.006$ , RMD  $p = 0.005$ ), yürümenin kalitatif ve kantitatif parametrelerinde (KKYA  $p = 0.005$ , hız  $p = 0.006$ , tutulan taraf adım uzunluğu  $p = 0.048$ , sağlam taraf adım uzunluğu  $p = 0.020$ , iki adım uzunluğu  $p = 0.005$  ve adım zamanı farkı  $p = 0.002$ ) çalışma grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar saptandı. **Sonuç:** Bu çalışmada konvansiyonel fizyoterapi uygulamalarına ilave olarak KVAD yürüme bandı eğitimi yapılmasının motor fonksiyonlar ve yürüme üzerine olumlu etkilerinin olduğu gösterilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Hemipleji; rehabilitasyon; yürüyüş

**ABSTRACT Objective:** Treadmill training with partial body weight support (PBWS) is a relatively new treatment based on dynamic systems model. The primary objectives of this research project are the identification of the additional effects of treadmill training with PBWS on speed-endurance of gait, and functional ambulation level of patients with stroke. The secondary objectives are to identify its effectiveness on spasticity, motor functions and quality of gait. **Material and Methods:** Thirty patients who were included in the study were randomly assigned in two groups. Sixteen patients (experimental group) received a treadmill training with PBWS besides conventional physical therapy whereas the 14 patients (control group) received conventional physical therapy only. Lower extremity motor functions of the patients were measured by Brunnstrom Functional Development Stage (BFDS), and Rivermead Motor Assessment (RMA); spasticity by Modified Ashworth Scale (MAS); ambulation levels by Functional Ambulation Category (FAC); gait by temporal-distance factors, Clinical Kinesiological Gait Analysis (CKGA), and 6 minute walking test. All measurements were done before-after-one month after-four months after the treatment. **Results:** The two groups were comparable regarding all measured parameters before the treatment (for all parameters  $p > 0.05$ ). After the treatment statistically significant differences were obtained in favour of the experimental group regarding motor functions (BFDS  $p = 0.006$ , RMA  $p = 0.005$ ), qualitative and quantitative parameters of gait (CKGA  $p = 0.005$ , speed  $p = 0.006$ , affected step length  $p = 0.048$ , nonaffected step length  $p = 0.020$ , stride length  $p = 0.005$  and step time differential  $p = 0.002$ ). **Conclusion:** This study revealed that an additional PBWS treadmill training to conventional therapy applications has positive effects on motor functions, and gait.

**Key Words:** Hemiplegia; rehabilitation; gait

**İ**nme, tüm toplumlarda ciddi nörolojik hastalıklar arasında en sık görülenlerden biridir. Tüm dünyada koroner kalp hastalığı ve kanserden sonra üçüncü sırada gelen ölüm nedenidir.<sup>1-4</sup> İnme sonrası hayatta kalan hastaların üçte birinde ciddi, üçte ikisinde orta veya hafif derecede sakatlık gelişmektedir.<sup>5</sup>

İnmeli hastaların %78-85'i tıbbi rehabilitasyon programı sonrasında fonksiyonel olarak ambule olmakla birlikte genelde yürüme paternlerinde kalıcı bozukluklar görülmektedir.<sup>6-9</sup> Yürüebilme yeteneği, hastaların hem tüm günlük yaşam aktiviteleri (GYA) hem de yaşam kaliteleri açısından çok önemlidir.<sup>10-12</sup>

Eklem hareket açıklığı (EHA) egzersizleri, kas kuvvetlendirme ve mobilizasyon aktivitelerini içeren geleneksel rehabilitasyon yöntemleri; nörofasiilitasyon yaklaşımları; fonksiyonel elektrik stimülasyonu ve "biofeedback" inme rehabilitasyonunda uygulanan başlıca yöntemlerdir.<sup>6,13</sup> Bu tedavi yöntemlerinin birbirleriyle ve konvansiyonel tedavi yöntemleriyle karşılaştırıldığı randomize, kontrollü çalışmalarda terapi yöntemlerinin birbirlerine ve konvansiyonel yöntemlere üstünlüklerinin olmadığı, motor iyileşme üzerine etkilerinde farklılık bulunmadığı belirtilmektedir.<sup>8,10,14-16</sup> Son yıllarda serebral plastisite ve motor öğrenme konularındaki bilimsel araştırmalar ve gelişmeler doğrultusunda, nörolojik rehabilitasyon farklı bir perspektif kazanmıştır.<sup>17</sup> Nörofizyolojik çalışmalar motor öğrenme ve iyileşmenin temelini tekrarlayan motor aktivitelerin oluşturduğunu göstermiş ve yoğun pratik uygulamalar ile eğitime dayalı yeni tedavi yaklaşımları geliştirilmiştir. İnmeli hastaların üst ekstremitelerinde dinamik sistemler teorisini temel alarak planlanmış Zorunlu Kullanım Tedavisi'nin reorganizasyona katkıda bulunduğu ve fonksiyonel iyileşmeyi arttırdığına dair birçok yayın bulunmaktadır.<sup>18-24</sup> KVAD yürüme bandı eğitimi ise dinamik, aktivite temelli yeni bir ambulasyon eğitim yöntemidir.<sup>25-30</sup> KVAD yürüme bandı eğitimi, yürüme bandı üzerinde hasta ağırlığının askı sistemi ile kısmi olarak kaldırılması ve postüral destek verilmesi temeline dayanır. Bu tedavi tekniği ile tekrarlı, ritmik ve normal fizyolojiye yakın bir yürüme eğitimi verilmeye çalışılır.<sup>25,28,31,32</sup> Bu teknik ilk ola-

rak inkomplet lezyon oluşturulan kediler ve primatlar üzerinde yapılmış ve bu eğitim sonrasında kedilerin normale yakın bir paternde yürüydikleri gösterilmiştir.<sup>32-36</sup> Yapılan hayvan çalışmalarının olumlu sonuç vermesi üzerine spinal kord yaralanmalı ve inmeli hastalarda araştırmalar başlamıştır.<sup>26,37-39</sup> İnmeli hastalarda KVAD yürüme bandı eğitimi ile konvansiyonel terapi yöntemlerinin karşılaştırıldığı bazı çalışmalarda KVAD yürüme bandı eğitiminin yürüme hızı, endurans, fonksiyonel ambulasyon kapasitesi ve yürüme kalitesi açısından olumlu katkıları olduğu, bazılarında ise konvansiyonel yöntemlere üstünlüğünün olmadığı bildirilmektedir.<sup>8,10,14-16,40-45</sup> Ülkemizde yapılmış omurilik yaralanmalı olguları içeren bir çalışmada hastaların erken dönemde tedaviye alınmaları ile immobilizasyona bağlı komplikasyonların önlenildiği bulunmuştur.<sup>46</sup>

Bu çalışmamızın birincil hedefleri KVAD yürüme bandı eğitiminin ambulasyona aday inmeli hastalarda yürüme hızı, endurans, fonksiyonel ambulasyon düzeyi üzerine olan etkilerinin saptanmasıdır. İkincil hedeflerimiz ise spastisite, motor fonksiyonlar, yürüme kalitesi açısından etkilerinin ortaya konmasıdır.

## GEREÇ VE YÖNTEMLER

Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı polikliniğine Eylül 2006-Eylül 2007 tarihleri arasında başvuran inme gelişmiş 199 hasta değerlendirildi. En az 3 aylık inme öyküsü olan, kardiyovasküler açıdan stabil, kısa oturma dengisini kazanmış, ayakta en az 10 saniye yardımla durabilen hastalar çalışmaya dahil edildi. Ciddi kognitif defisitleri bulunan, alt ekstremitede statik deformitesi veya ciddi spastisitesi olan, serebellar disfonksiyon bulguları olan ve kontrol altına alınamayan ciddi sağlık sorunları bulunan hastalar çalışmaya dahil edilmedi. Çalışma Kocaeli Üniversitesi Etik Kurulunun 16.02.2006 tarih, İAEK 3/9 sayılı onayı ile gerçekleştirildi. Çalışmaya katılan hastalardan bilgilendirilmiş olur alındı. Çalışmaya dahil olma kriterlerine uygun 30 hasta basit randomizasyon yöntemi ile iki gruba ayrıldı. Birinci gruba (kontrol grubu) yalnız konvansiyonel fizyoterapi yöntemle-

ri, ikinci gruba (çalışma grubu) ise konvansiyonel fizyoterapi yöntemlerine ek olarak KVAD yürüme bandı eğitim programı uygulandı.

Hastaların motor fonksiyonları, Brunnstrom Fonksiyonel Gelişim Evrelendirmesi (BFGGE), Rivermead Motor Değerlendirme (RMD); spastisite derecesi Modifiye Ashworth Skalası (MAS), fonksiyonel düzeyleri Fonksiyonel Ambulasyon Sınıflandırması (FAS); yürüme yetenekleri ise klinik kinezyolojik yürüme analizi (KKYA), zaman-uzaklık hareket değişkenleri ve 6 dakika yürüme testi kullanılarak tedavi öncesi, tedavi bitimi, tedaviyi takip eden 1. ay (1. kontrol) ve 4. aylarda (2. kontrol) olmak üzere toplam 4 kez değerlendirildi. Hastaların alt ekstremitte nörofizyolojik iyileşme düzeyleri BFGGE ile 6 kategoride, spastisite ise MAS ile 0-5 puan arasında 6 kategoride değerlendirildi. Motor fonksiyonlar RMD'nin 2 alt ölçeği olan gros fonksiyonlar, bacak ve gövde fonksiyonları ile yapıldı.<sup>47,48</sup> Hastaların ambulasyon düzeyinin belirlenmesinde Massachusets Hastanesi tarafından geliştirilen FAS kullanıldı.<sup>33,49</sup> Yürümenin klinik kinezyolojik analizinde Yugoslav J. Stefan Enstitüsü tarafından hazırlanan klinik yürüme analiz formu, ambulatuvar iyileşmenin kantitatif olarak değerlendirilmesinde zaman-uzaklık hareket değişkenlerinden adım uzunluğu (bir topuğun yere değdiği nokta ile diğer topuğun yere değdiği nokta arasındaki uzaklık), iki adım uzunluğu (aynı topuğun ardı ardına iki kez yere değdiği noktalar arasındaki uzaklık), adım zamanı farkı (sağ ve sol adım zamanı arasındaki fark), yürüme hızı (belirli bir zaman dilimindeki yürüme mesafesi) ve kadans (bir dakikalık zaman içindeki adım sayısı) kullanıldı. Yürüme endüransı, 10 metrelik yürüme düzeneği üzerinde 6 dakika yürüme testi ile ölçüldü.<sup>50</sup>

Yürüme analizinin yapılabilmesi için 50 cm genişliğinde, 10 m uzunluğunda özel olarak hazırlanan bir yürüme düzeneği kullanıldı. Yürüme analizinin video sistemi ile kantitatif olarak değerlendirilmesi için kullanılan yürüme düzeneği üzerine 1 cm ve 10 cm'lik aralıklarla enine çizgiler çizildi. Zaman-uzaklık hareket değişkenlerinin daha kolay hesaplanabilmesi için her 20 cm'de bir televizyon ekranında görülebilecek kalınlık ve büyüklükte rakamlar yazıldı.

Çalışma grubu ve kontrol grubundaki hastaların tedavi öncesi, tedavi sonrası, 1. ve 2. kontrollerindeki yürüyüşleri Sony DVD 101 Handycam® marka video kayıt cihazı ile yapıldı. Hastaların tüm vücudu içine alacak şekilde gövde, pelvis, kalça (internal/eksternal rotasyon, abduksiyon/addüksiyon) ve diz (genu varum/genu valgum) hareket deviasyonlarını içeren ön ve arka plan görüntüleriyle kalça ve dizlerin fleksiyon/ekstansiyonuna ait hareket deviasyonlarını içeren yan plan görüntüleri kaydedildi.

Ayağın değerlendirilmesi için dorsifleksiyon/plantarfleksiyon, ön-tüm ayak kontağına ait deviasyonları içeren yan yakın plan görüntüleriyle valgus/varus için arka plan görüntüleri kaydedildi. Zaman-uzaklık hareket değişkenlerinin hesaplanmasında hastanın yan yakın plan çekimleri her iki topuk aynı kare içinde yer alacak şekilde yapıldı. Görüntüler Firstline Flat® 72 ekran televizyon sistemi kullanılarak izlendi ve değerlendirildi. Otuz hastanın video kayıt görüntülerinin değerlendirilmesi zaman kısıtlaması olmaksızın hastaların tedavi grubuna ve tedavi zamanına kör olan iki fizyoterapist tarafından yapıldı. Görüntüler normal hızında izlendikten sonra, daha net değerlendirme için gerektiğinde görüntüler yavaşlatılmış biçimde, kare kare izleme ve durdurma yöntemleri de kullanılarak detaylı yürüme analizi yapılmasına olanak sağlandı. Yürüme analiz formunda tüm parametreler üç kategoride (normal eklem hareketi 0, orta derecedeki anormallikler +, ağır derecedeki anormallikler ++) değerlendirildi.

Her iki gruba günde 1 saat EHA, germe ve kuvvetlendirme egzersizleri uygulandı. Sonrasında kontrol grubuna her gün 45 dakika süren denge koordinasyon egzersizleri, inmeli tarafa yük aktarımı ve paralel barda ambulasyon eğitimini içeren konvansiyonel fizyoterapi, çalışma grubuna ise ilave olarak her gün 45 dakika süren KVAD yürüme bandı eğitimi uygulandı. Vücut ağırlığı destekli düzener: yürüme bandı, ana kabin, posterior destek parçası, kaldırma-güç aktarım sistemi, tulum, çıkış rampası ve ayna olmak üzere yedi bölümden oluşmaktaydı (Resim 1).

Hastalara 6 hafta, haftada 3 gün olmak üzere toplam 18 seans tedavi uygulandı. KVAD yürüme



RESİM 1: Vücut ağırlığı destekli düzenek.

bandı eğitiminde ilk olarak hastaya ayarlanabilir özellikte olan tulum giydirildi. Vücut ağırlığı destek miktarı tedavinin başında maksimum %30 olarak belirlendi. Hastanın etkilenmiş tarafa yük aktarımına göre basma fazında kalça ve diz fleksiyona kaçmadan ve normale yakın adım uzunluğu ile yürüme yeteneği başarılı olduğunda mümkün olan en kısa zamanda alt ekstremité üzerine tam yük verilene kadar vücut ağırlığı destek miktarı azaltıldı. Yürüme bandının hızı; hastanın salınım fazında bacağına öne atmasına izin verecek, hastanın basma ve salınım fazında yürüme ritmini bozmayacak ve hastaya uygun adım uzunluğu sağlayacak şekilde ayarlandı. Yürüme bandı %0 eğim, yürüme hızı 0.8 km/saat ile tedaviye başlandı. Yeterli endürans sağlandığı ve uygun yürüme tekniği başarılı olduğu zaman hızda 0.1 km/saat'lik artışlar yapıldı. Yeterli endüransın tespiti için hastanın 3 tur yürüme bandı eğitiminden iki turunda 5 dakikanın üzerinde yürümesi esas alındı. Hastaların yürüme bandı üzerinde güvenli ve düzgün yürüyüşlerini sağlamak amacıyla bir fizyoterapist görev aldı. Fizyoterapist; erken basma fazında topuk temasının sağlanmasında, orta basma fazında dizin hiper ekstansiyonunun veya hiper fleksiyonunun önlenmesinde, inmeli tarafa ağırlık aktarımında, salınım fazında diz-kalça fleksiyonunun sağlanmasında ve adımların simetrik atılmasında görev aldı. Kalça ekstansiyonu ise pasif olarak yürüme bandı ile veya terapistin manuel olarak basma fazını uzatması ile sağlandı. KVAD yürüme eğitimi sırasında hastaların kan basınçları ve kalp hızları monitörize edildi. Hastaların isteği üze-

rine veya yürüme instabilitesi tespitine göre istirahat aralarına karar verildi. Hastalarda baş ağrısı, konfüzyon, anjina başlangıcı, dispne, kan basıncı değişiklikleri (sistolik kan basıncının 190 mmHg üzerinde, diyastolik kan basıncının 110 mmHg üzerinde olması) ve bradikardi (kalp hızında dakikada 10 vuruştan daha fazla düşme) gelişmesi durumunda çalışmaya ara verildi.

Hasta verilerinin değerlendirilmesinde "SPSS (Statistical Package for Social Science) 12.0 for Windows Version" programı kullanıldı. Bulunan değerler ortalama  $\pm$  standart hata veya sapma olarak ifade edildi. Demografik verilerden yaş ve hastalık süresi için Mann-Whitney U testi, cinsiyet için kare testi kullanıldı. Çalışma ve kontrol grupları arasında tedavi öncesi, tedavi sonrası, 1. ve 2. kontrollerde saptanan değerlerin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testi kullanıldı. Çalışma ve kontrol gruplarının takip süresince olan grup içi gelişmeleri Friedman testi kullanılarak analiz edildi; post-hoc analiz ise Wilcoxon Signed Rank testi ile yapıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak kabul edildi.

## BULGULAR

Çalışmaya dahil edilmek üzere değerlendirilen 199 hastanın 11'i kardiyak hastalık, 17'si ciddi spastisite, 10'u kognitif defisit, 5'i serebellar disfonksiyon, 54'ü kontrol altına alınamamış komorbid hastalık, 72'si ise sosyal nedenlerden dolayı çalışmaya dahil edilmedi. Değerlendirilme sonucu toplam 169 hasta çalışmadan çıkarıldı, çalışmaya hasta seçim kriterlerine uyan 14'ü erkek, 16'sı kadın olmak üzere toplam 30 hasta dahil edildi. Çalışma grubundaki bir hasta sosyal nedenden birinci kontrolüne, bir diğer hasta ise başka bir şehre taşınması nedeniyle ikinci kontrolüne gelemedi.

Hastaların yaş ortalaması  $58.10 \pm 1.8$  (en düşük 38, en yüksek 74) idi. Çalışma grubu 7'si erkek, 9'u kadın toplam 16, kontrol grubu ise 7'si erkek, 7'si kadın toplam 14 hastadan oluşmaktaydı. Çalışma grubunun yaş ortalaması  $56.3 \pm 2.4$ , kontrol grubunun yaş ortalaması  $60.1 \pm 2.7$  olup hastalık süresi çalışma grubunda  $16.7 \pm 6.6$  ay, kontrol grubunda ise  $17.3 \pm 4.0$  ay idi. Çalışma ve kontrol grubu arasında yaş ( $p = 0.212$ ), cinsiyet ( $p = 0.732$ ) ve

hastalık süresi ( $p= 0.296$ ) açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı.

Çalışma ve kontrol gruplarının tedavi öncesi klinik değerler, zaman-uzaklık hareket değişkenleri ve endurans parametrelerinin karşılaştırılması Tablo 1'de sunulmuştur. İki grup arasında tedavi öncesi BFGE, gastroknemius (GK) MAS, soleus (S) MAS, RMD, FAS, KKYA, hız, kadans, tutulan taraf adım uzunluğu, sağlam taraf adım uzunluğu, iki adım uzunluğu, adım zamanı farkı gibi zaman-uzaklık hareket değişkenleri ve 6 dakika yürüme endurans testi değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (tüm parametreler için  $p > 0.05$ ).

Klinik değerlendirme ölçütleri, zaman-uzaklık hareket değişkenleri ve enduransın çalışma ve kontrol gruplarındaki tedavi öncesi, tedavi sonrası, 1. ve 2. kontroldeki değerleri Tablo 2 ve Tablo 3'te görülmektedir. Çalışma grubunda tedavi ve takip sürecinde S-MAS dışında BFGE, GK-MAS, RMD, FAS, KKYA, endurans, hız, kadans tutulan taraf adım uzunluğu, iki adım uzunluğu ve adım zamanı farkı ortalama değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler saptandı. Kontrol grubunda ise GK-MAS, RMD, FAS ve KKYA ortalama değerle-

rinde istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler saptanırken BFGE, S-MAS, endurans, hız, kadans, tutulan taraf adım uzunluğu, sağlam taraf adım uzunluğu, iki adım uzunluğu ve adım zamanı farkı ortalama değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi.

Wilcoxon testi ile yapılan post-hok analizde çalışma grubunda BFGE ( $p= 0.001$ ), GK MAS ( $p= 0.005$ ), RMD ( $p= 0.001$ ), FAS ( $p= 0.001$ ) ve KKYA ( $p= 0.001$ ) parametrelerinde istatistiksel anlamlı farklılığın tedavi sonrasında yapılan değerlendirmede ortaya çıktığı ve 1. ve 2. kontrolde devam ettiği saptandı. Kontrol grubunun post-hok analizinde RMD ( $p= 0.01$ ) ve FAS ( $p= 0.014$ ) parametrelerinin istatistiksel anlamlı farklılığın tedavi sonrası ortaya çıktığı ve 1. ve 2. kontrolde devam ettiği; GK MAS ( $p= 0.046$ ), KKYA ( $p= 0.011$ ) parametrelerinde ise istatistiksel anlamlı farklılığın tedavi sonrasında yapılan değerlendirmede ortaya çıktığı ve 1. kontrolde devam ettiği ancak 2. kontrolde tedavi öncesi ile mukayese edildiğinde anlamlı farklılık olmadığı saptandı ( $p= 0.083$ ,  $p= 0.055$  sırasıyla).

Çalışma grubunun zaman-uzaklık hareket değişkenleri ve endurans ile ilgili parametrelerinin

**TABLO 1:** İki tedavi grubunda tedavi öncesi klinik değerler, zaman-uzaklık hareket değişkenleri ve enduransın karşılaştırılması.

	Çalışma Grubu (n=16)	Kontrol Grubu (n=14)	p*
	Ortalama ± Standart Sapma	Ortalama ± Standart Sapma	
BFGE	3.1 ± 0.8	3.1 ± 0.6	0.758
Gastroknemius-MAS	2.4 ± 0.7	2.2 ± 0.7	0.521
Soleus-MAS	1.5 ± 0.5	1.5 ± 0.5	1.000
RMD	9.1 ± 4.7	10.1 ± 4.1	0.473
FAS	2.0 ± 1.5	2.5 ± 1.4	0.355
KKYA	24.2 ± 9.6	23.4 ± 8.0	0.708
Endurans	78.8 ± 50.7	67.3 ± 57.9	0.393
Hız (cm/sn)	27.5 ± 16.3	26.0 ± 17.2	0.724
Kadans	52.0 ± 21.2	50.1 ± 20.0	0.851
Tutulan taraf adım uzunluğu (cm)	30.9 ± 10.3	29.0 ± 14.8	0.383
Sağlam taraf adım uzunluğu (cm)	26.3 ± 13.9	27.0 ± 14.9	0.983
İki adım uzunluğu (cm)	57.3 ± 22.6	56.0 ± 27.9	0.724
Adım zamanı farkı (sn)	0.4 ± 0.5	0.4 ± 0.3	0.854

\* Mann Whitney U testi

BFGE: Brunstrom Fonksiyonel Gelişim Evrelelendirmesi; RMD: Rivermead Motor Değerlendirme; MAS: Modifiye Ashworth Skalası; FAS: Fonksiyonel Ambulasyon Sınıflandırması; KKYA: Klinik Kinezyolojik Yürüme Analizi.

**TABLO 2:** Çalışma grubunun değerlendirme sonuçları.

Çalışma Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	1. Kontrol	2. Kontrol	p*
	Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	
BFGE	3.1 ± 0.8	3.9 ± 0.7	3.8 ± 0.7	4.0 ± 0.7	<b>0.000</b>
Gastroknemius-MAS	2.4 ± 0.7	1.9 ± 0.7	2.1 ± 0.6	2.0 ± 0.7	<b>0.002</b>
Soleus-MAS	1.5 ± 0.5	1.3 ± 0.4	1.4 ± 0.5	1.3 ± 0.4	0.300
RMD	9.1 ± 4.7	16.5 ± 2.1	16.3 ± 2.0	16.5 ± 1.8	<b>0.000</b>
FAS	2.0 ± 1.5	3.8 ± 0.8	3.8 ± 0.7	3.9 ± 0.7	<b>0.000</b>
KKYA	24.2 ± 9.6	11.6 ± 5.6	12.2 ± 5.4	13.2 ± 4.9	<b>0.000</b>
Endurans	78.8 ± 50.7	133.0 ± 72.4	127.8 ± 65.8	123.9 ± 64.3	<b>0.000</b>
Hız (cm/sn)	27.5 ± 16.3	46.1 ± 24.2	42.2 ± 21.1	41.4 ± 19.5	<b>0.000</b>
Kadans	52.0 ± 21.2	66.0 ± 16.7	63.0 ± 16.0	62.0 ± 16.3	<b>0.000</b>
Tutulan taraf adım uzunluğu (cm)	30.9 ± 10.3	40.3 ± 10.5	39.4 ± 9.3	38.6 ± 9.0	<b>0.001</b>
Sağlam taraf adım uzunluğu (cm)	26.3 ± 13.9	39.8 ± 10.8	38.3 ± 10.7	38.2 ± 10.5	<b>0.000</b>
İki adım uzunluğu (cm)	57.3 ± 22.6	80.2 ± 20.3	78.0 ± 18.9	76.8 ± 18.1	<b>0.000</b>
Adım zamanı farkı (sn)	0.4 ± 0.5	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1	<b>0.000</b>

\*Friedman testi

BFGE: Brunnstrom Fonksiyonel Gelişim Evrelelendirmesi; RMD: Rivermead Motor Değerlendirme; MAS: Modifiye Ashworth Skalası; FAS: Fonksiyonel Ambulasyon Sınıflandırması; KKYA: Klinik Kinezyolojik Yürüme Analizi.

**TABLO 3:** Kontrol grubunun değerlendirme sonuçları.

Kontrol Grubu	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası	1. Kontrol	2. Kontrol	p*
	Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	Ortalama ± SS	
BFGE	3.1 ± 0.6	3.2 ± 0.5	3.2 ± 0.5	3.2 ± 0.5	0.392
Gastroknemius-MAS	2.2 ± 0.7	2.0 ± 0.7	2.0 ± 0.7	2.0 ± 0.7	<b>0.019</b>
Soleus-MAS	1.5 ± 0.5	1.3 ± 0.4	1.3 ± 0.4	1.3 ± 0.4	0.112
RMD	10.1 ± 4.1	13.1 ± 3.1	13.2 ± 3.1	13.1 ± 2.9	<b>0.000</b>
FAS	2.5 ± 1.4	3.2 ± 1.0	3.2 ± 1.0	3.2 ± 0.9	<b>0.000</b>
KKYA	23.4 ± 8.0	19.7 ± 7.4	19.7 ± 7.4	21.1 ± 7.1	<b>0.002</b>
Endurans	67.3 ± 57.9	74.7 ± 52.4	71.6 ± 51.8	70.4 ± 52.1	0.060
Hız (cm/sn)	26.0 ± 17.2	27.3 ± 14.9	26.7 ± 14.3	27.0 ± 15.3	0.074
Kadans	50.1 ± 20.0	54.3 ± 13.0	53.5 ± 12.7	53.1 ± 12.6	0.597
Tutulan taraf adım uzunluğu (cm)	29.0 ± 14.8	31.0 ± 13.1	29.3 ± 13.2	30.2 ± 13.8	0.144
Sağlam taraf adım uzunluğu (cm)	27.0 ± 14.9	28.8 ± 12.9	29.3 ± 10.9	28.6 ± 11.8	0.984
İki adım uzunluğu (cm)	56.0 ± 27.9	59.8 ± 23.3	58.7 ± 22.8	58.8 ± 23.5	0.611
Adım zamanı farkı (sn)	0.4 ± 0.3	0.4 ± 0.3	0.3 ± 0.2	0.4 ± 0.2	0.505

\*Friedman testi

BFGE: Brunnstrom Fonksiyonel Gelişim Evrelelendirmesi; RMD: Rivermead Motor Değerlendirme; MAS: Modifiye Ashworth Skalası; FAS: Fonksiyonel Ambulasyon Sınıflandırması; KKYA: Klinik Kinezyolojik Yürüme Analizi.

Wilcoxon testi ile yapılan post-hok analizinde endurans (p= 0.000), hız (p= 0.000), kadans (p= 0.001), tutulan taraf adım uzunluğu (p= 0.003), sağlam taraf adım uzunluğu (p= 0.001), iki adım uzunluğu (p= 0.001) ve adım zamanı farkı (p= 0.001) değerlerinde tedavi sonrasında saptanan istatistiksel anlamlılığın 1. kontrolde de devam ettiği gözlemlendi.

İkinci kontrolde tutulan taraf adım uzunluğu (p= 0.065) ve adım zamanı farkı (p= 0.050) değerlerinde istatistiksel anlamlı farklılık olmadığı, diğer parametrelerde ise anlamlılığın devam ettiği görüldü (tüm parametreler için p< 0.05). Kontrol grubunda ise tedavi sonrası değerler tedavi öncesiyle karşılaştırıldığında sadece endurans değerinde (p=

0.007) anlamlı fark bulunurken hız ( $p= 0.552$ ), kadanans ( $p= 0.682$ ), tutulan taraf adım uzunluğu ( $p= 0.245$ ), sağlam taraf adım uzunluğu ( $p= 0.451$ ), iki adım uzunluğu ( $p= 0.221$ ) ve adım zamanı farkı ( $p= 0.637$ ) değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı. Hastaların kontrollerinde de tüm parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı (tüm parametreler için  $p > 0.05$ ).

Çalışma ve kontrol gruplarının tedavi sonrası değerlendirme sonuçları istatistiksel olarak karşılaştırıldığında çalışma grubunun BFGE ( $p= 0.006$ ), RMD ( $p= 0.005$ ), KKYA ( $p= 0.005$ ), endurans ( $p= 0.007$ ), hız ( $p= 0.006$ ), tutulan taraf adım uzunluğu ( $p= 0.048$ ), sağlam taraf adım uzunluğu ( $p= 0.020$ ), iki adım uzunluğu ( $p= 0.005$ ) ve adım zamanı farkı ( $p= 0.002$ ) değerlerinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı derecede daha iyi olduğu saptandı. Her iki grubun 1. ve 2. kontrol değerlendirilmelerinin karşılaştırılmasında da aynı parametreler için istatistiksel anlamlı farklılığın devam ettiği belirlendi (tüm parametreler için  $p < 0.05$ ). İki grubun GK-MAS ( $p= 0.824$ ), S-MAS ( $p= 0.799$ ), FAS ( $p= 0.061$ ) ve kadanans ( $p= 0.080$ ) değerlerinde ise tedavi sonrası, 1. ve 2. kontrolde yapılan karşılaştırmalarda istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı (tüm parametreler için  $p > 0.05$ ).

## TARTIŞMA

Bu randomize, kontrollü çalışmada, konvansiyonel fizyoterapiye KVAD yürüme bandı eğitim programının ilave edilmesinin spastisite, motor fonksiyonlar, fonksiyonel durum, endurans, kalitatif ve kantitatif yürüme parametreleri üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Sonuçlar incelendiğinde; konvansiyonel fizyoterapiye ilave edilen KVAD yürüme bandı eğitimi programının motor fonksiyonlar, yürümenin kalitatif, kantitatif parametreleri ve endurans üzerine olumlu etkileri olduğu saptanmıştır. Mevcut tıbbi literatürde KVAD yürüme bandı eğitimi çoğunlukla konvansiyonel egzersiz programları başta olmak üzere diğer tedavi yöntemleri ile birebir karşılaştırılmaktadır. Oysa EHA egzersizleri, kas kuvvetlendirme ve mobilizasyon aktivitelerini içeren geleneksel rehabilitasyon yöntemlerinin tıbbi rehabilitasyon programında yer alması önemlidir. Bu nedenle araştırmamızda KVAD yürüme bandı

eğitimi programının konvansiyonel fizyoterapiye eklenmesi ile ilave kazanımlar olup olmadığı araştırılmıştır. Çalışmamız bu yönü ile tıbbi literatüre önemli bir katkı sağlamaktadır.

Yapılan çalışmalarda inmeli hastalarda spontan nörolojik iyileşmenin 2 aydan 6 aya kadar uzayabildiği, maksimum iyileşmenin ise ilk 3 ayda meydana geldiği saptanmıştır.<sup>51</sup> Bu bilgiler doğrultusunda yaptığımız çalışmada elde edilen yararlı etkilerin spontan iyileşmeye bağlanmaması için hastalık süresinin en az 3 ay olmasına dikkat edilmiştir. Ancak KVAD yürüme bandı eğitimine daha erken başlanması ve akut dönemdeki inmeli hastalara uygulanması durumunda tedavinin gerek hastalar açısından gerekse toplumsal açıdan daha yararlı sonuçları olabilir. Bu nedenle KVAD yürüme bandı eğitiminin akut inmeli hastalardaki etkinliğini araştıran prospektif klinik araştırmaların yapılması gereklidir.

İnmeli hastaların rehabilitasyonunda GYA'ların gerçekleştirilmesi, fonksiyonel bağımsızlığın kazanılması ve yaşam kalitesinin yükseltilmesi için yeniden yürüme yeteneğinin kazanılması çok önemlidir.<sup>10</sup> Bu nedenle tıbbi rehabilitasyonda yürüme hızının ve enduransın artırılması gerekmektedir. Çalışmamızda tedavi öncesi-tedavi sonrası yürüme hızı değerleri; çalışma grubunda 27.5 cm/sn – 46.2 cm/sn, kontrol grubunda ise 26 cm/sn – 27.3 cm/sn olarak bulunmuştur. Çalışmamızda yürüme enduransını değerlendirmek için kullanılan 6 dakikalık yürüme testi sonucunun tedavinin sonu ve tüm takip değerlendirmelerinde çalışma grubu lehine üstünlük gösterdiği saptanmıştır. Bu sonuçlar konvansiyonel fizyoterapiye ilave edilen KVAD yürüme bandı eğitimi ile yürüme hızında ve enduransında belirgin artış olduğunu göstermektedir. İnmeli hastalarda KVAD yürüme bandı eğitimi ile konvansiyonel terapi yöntemlerinin karşılaştırıldığı bazı çalışmalarda KVAD yürüme bandı eğitiminin yürüme hızı ve endurans açısından olumlu katkıları olduğu bildirilmektedir.<sup>40-44,52-57</sup> On beş çalışmanın dahil edildiği 622 hastayı içeren Kohran derlemesinde ise inmeli hastalarda KVAD yürüme bandı eğitiminin diğer fizyoterapi yaklaşımlarına yürüme hızı açısından istatistiksel olarak anlamlı bir üstünlük sağlamadığı ancak bağımsız yürüeyebilen hastalarda KVAD yürüme bandı eği-

timinin yürüme hızını arttırdığı bildirilmiştir.<sup>58</sup> Bu meta-analizde kesin bir sonuca ulaşmak için konuyla ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu sonucuna varılmıştır.

İnmeli hastalardaki yürüme hızının artışı genellikle kadans artışı ile ilgilidir.<sup>53</sup> Kadansın artması ile birlikte tutulan tarafa ağırlık aktarımı yapamayan inmeli hastalarda asimetrik bir yürüme paterni ortaya çıkar. Simetrik bir yürüme paterni için sağlam taraf adım uzunluğundaki artışla beraber tutulan tarafta da adım uzunluğunun artması gerekir. İki adım uzunluğu hem sağ hem de sol alt ekstremitayı birlikte incelediğinden asimetrik yürüyüşlerde güvenli değildir. Bu yüzden yapmış olduğumuz çalışmada adım uzunlukları ayrı ayrı hesap edilmiştir. Çalışmamızda tedavi sonrasında kadans parametresi açısından her 2 grup arasında fark tespit edilmemiştir. KVAD yürüme bandı eğitimi ilave edilen grupta tedavi sonrası hem tutulan taraf hem de sağlam taraf adım uzunluğunun arttığı ve her iki taraftaki adım uzunluğu değerlerinin birbirlerine yaklaştığı görülmüştür. Kontrol grubunda ise tedavi sonunda adım uzunluğu değerlerinde anlamlı artış saptanmamıştır. Bu sonuca göre çalışma grubunda saptanan hız artışının esas nedeni kadans değil, tutulan ve sağlam taraf adım uzunluklarındaki artıştır. Simetrik bir yürümede adım zamanı farkı sıfırdır. Yani asimetrik bir yürüyüş değerlendirilirken ortalama adım zamanı farkı küçüldükçe simetrik bir yürüyüşe yaklaşıldığı anlaşılmaktadır. Ortalama adım zamanı farkı parametresi incelendiğinde ise çalışma grubunda saptanan farkın tedavi sonunda belirgin olarak azaldığı bulunmuştur. Sonuç olarak, çalışmamızda inmeli hastaların tedavi programlarına eklenen KVAD yürüme bandı eğitimi ile hem yürüme hızında artış tespit edilmiş, hem de zaman-uzaklık parametreleri incelendiğinde yürüme simetrisini kazandırmaya yönelik olumlu gelişmeler kaydedilmiştir. Bayat ve ark.nın yapmış oldukları bir çalışmada, inmeli hastaların yürüme bandı ve zemindeki yürüyüşleri bilgisayarlı yürüme analizi ile değerlendirilmiştir.<sup>59</sup> Yürüme bandındaki hız artışının adım uzunluğu artışı olmadan sadece kadans artışı ile gerçekleştiği, düz zemindeki hız artışının ise adım uzunluğu artışı ile gerçekleştiği saptanmıştır. Har-

ris ve ark.nın yapmış olduğu, düz zeminde yürüme ve yürüme bandı üzerinde zaman uzaklık değişkenlerinin karşılaştırıldığı çalışmada ise hastaların yürüme bandı üzerinde her iki alt ekstremita basma fazı zamanlarının birbirine yaklaştığı, tutulan tarafta basma fazı süresinin arttığı, basma ve salınım fazı oranlarında olumlu ilerlemeler kaydedildiği belirtilmiştir.<sup>38</sup> Yürüme bandı grubunda daha simetrik bir yürüme elde edildiği sonucuna varılmıştır. Hesse ve ark.nın yapmış oldukları bir çalışmada ise, ambulasyon yeteneği olmayan inmeli hastalara KVAD yürüme bandı eğitimi, nörogelişimsel terapi ve KVAD yürüme bandı eğitimi olmak üzere üç fazlı rehabilitasyon programı sırasıyla uygulanmıştır.<sup>40</sup> Yürüme hızı, kadans ve adım uzunluğu parametrelerindeki anlamlı artışın KVAD yürüme bandı eğitimi sırasında kaydedildiği bildirilmiştir. Bu sonuca göre işe özgün tekrar sayısının fazla olması nedeniyle daha kısa sürede yürüme kabiliyetlerini kazandırma açısından KVAD yürüme bandı eğitimi konvansiyonel fizyoterapiden üstün bulunmuştur. Yapılan diğer çalışmalarda da yürüme bandı eğitimi ile çift destek fazında azalma ve tutulan taraf tek basma fazında artma ile hastaların simetrik bir yürüme yeteneği kazandıkları bildirilmiştir.<sup>60,61</sup>

Çalışmamızda KVAD yürüme bandı eğitiminin yürüme kalitesi üzerine olan etkinliğini daha iyi ortaya koymak amacıyla hastalar gözlemsel yürüme analizi ile değerlendirilmiştir. Tedavi sonunda gruplar arası değerlendirmede çalışma grubundaki düzelme daha üstün bulunmuştur. Ayrıca çalışma grubunda yürüme kalitesinde elde edilen kazancın kontrollerde de devam ettiği görülmüştür. Kanaatimizce bu bilgiler KVAD yürüme bandı eğitimi ile elde edilen kazanımların kalıcı olduğunu, günlük yaşama aktarıldığını ve fonksiyonel kazançlar elde ettiğimizi göstermektedir.

Motor fonksiyonların RMD ve BFG testleri ile değerlendirildiği çalışmamızda tedavi sonu ve yapılan 2 kontrolde çalışma grubu lehine üstünlük saptanmıştır. Çalışmamızda her iki grupta tedavi sonu ve kontrollerde FAS değerlendirmesinde anlamlı düzelme saptanırken, iki grup arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. Klasik tedavi ile



yürüme fonksiyonu kazandırılmayan 9 subakut-kronik inmeli hastayı içeren bir çalışmada, KVAD yürüme bandı eğitimi ile tedavi sonunda FAS ve RMD parametrelerinde ilerleme kaydedildiği bildirilmiştir.<sup>44</sup> Yine Laufer ve ark.nın yapmış oldukları, inme sonrası erken dönemde zeminde yürüme ile yürüme bandı tedavisinin karşılaştırıldığı çalışmada FAS parametresi açısından yürüme bandı grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır.<sup>43</sup> Moseley ve ark.nın yapmış oldukları, 15 çalışmayı içeren Kohran derlemesinde ise KVAD yürüme bandı eğitimi ile diğer fizyoterapi yaklaşımları arasında bağımsız yürüme açısından anlamlı farklılık saptanmamış, ancak kesin bir sonuca varmak için konu ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu belirtilmiştir.<sup>58</sup>

Çalışmamızda alt ekstremitte kas tonusunun değerlendirilmesinde gruplar arasında tedavi sonunda fark saptanmamıştır. Tedavi sonrası ve kontrollerde her iki grupta GK kas tonusunda azalma tespit edilirken grupların birbirlerine üstünlüğü tespit edilmemiştir. Tedavinin başında ciddi spastisitesi olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Bu yüzden hafif spastisitesi olan hastalarda tedavi sonunda spastisite düzeyinde belirgin iyileşme olmaması beklenen bir sonuçtur. Kanaatimizce tonus değişikliğinin dinamik EMG kas aktivitelerinin değerlendirildiği çalışmalarla ortaya konması daha doğru bir yaklaşım olacaktır.

## SONUÇ

Prospektif ve kontrollü olarak yapılan bu çalışmada inmeli hastaların tıbbi rehabilitasyon programlarına KVAD yürüme bandı eğitiminin ilave edilmesi ile alt ekstremitte motor fonksiyonları, yürüme hızı, endüransı ve yürümenin diğer kalitatif ve kantitatif parametrelerinde önemli gelişmeler sağlanacağı ve hastaların daha simetrik ve dengeli bir yürüyüş kazanabilecekleri gösterilmiştir. Tüm bu gelişmeler hastaların kendine olan güven duygularının, sosyal yaşama katılımlarının ve yaşam kalitelerinin belirgin olarak artmasına yol açabilir. Dolayısıyla KVAD yürüme bandı eğitiminin inmeli hastaların yaşam kalitesine olan etkilerini araştıran prospektif kontrollü klinik araştırmalar yapılması yararlı olacaktır. İnmeli hastaların tıbbi rehabilitasyon programlarına ilave edilen KVAD yürüme bandı eğitiminin, hastaların fonksiyonel kazanımlarının daha kısa sürede elde edilmesine bağlı olarak rehabilitasyon süreçlerinin kısalmasına ve dolayısıyla tıbbi rehabilitasyon programlarının maliyet-yarar oranlarının artmasına olanak sağlaması mümkündür. KVAD yürüme bandı eğitiminin ülkemizde inmeli hastaların tıbbi rehabilitasyon giderlerine olan etkinliğini araştıran klinik çalışmalar yapılması ulusal rehabilitasyon hedeflerimizin belirlenmesi açısından oldukça yararlı olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Murray CJ, Lopez AD. Mortality by cause for eight regions of the world: Global Burden of Disease Study. *Lancet* 1997;349(9061):1269-76.
- Scottish Intercollegiate Guidelines Network. Management of Patients with Stroke: Rehabilitation, Prevention and Management of Complications and Discharge Planning. 1<sup>st</sup> ed. Edinburgh: Scottish Intercollegiate Guidelines Network; 2002.
- Wolf PA. An overview of epidemiology of stroke. *Stroke* 1990;21(Suppl II):4-6.
- Sacco RL. Risk factors, outcomes, and stroke subtypes for ischemic stroke. *Neurology* 1997;49(5 Suppl 4):S39-44.
- Çoban O. Definitions, classifications, epidemiology and risk factors in vascular diseases of brain. In: Öge E, ed. *Nöroloji*. 1<sup>st</sup> ed. İstanbul: Nobel Tıp Publisher; 2004. p.193-7.
- Aras MD, Çakıcı A. Stroke rehabilitation. In: Oğuz H, Dursun E, Dursun N, eds. *Tıbbi Rehabilitasyon* 2<sup>nd</sup> ed. İstanbul: Nobel Tıp Publisher; 2004. p.589-617.
- Öz dolap Ş, Karagöz A, Karamercan A, Özgirgin N. [Kinematic gait analysis in hemiplegic patients]. *Rheumatism* 2001;16(2):95-101.
- Mauritz KH. Gait training in hemiplegia. *Eur J Neurol* 2002;9(Suppl 1):23-9.
- Turnbull GI, Charteris J, Wall JC. Deficiencies in standing weight shifts by ambulant hemiplegic subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 1996;77(4):356-62.
- Wagenaar RC, Meijer OG, van Wieringen PC, Kuik DJ, Hazenberg GJ, Lindeboom J, et al. The functional recovery of stroke: a comparison between neuro-developmental treatment and the Brunnstrom method. *Scand J Rehabil Med* 1990;22(1):1-8.
- Macko RF, DeSouza CA, Tretter LD, Silver KH, Smith GV, Anderson PA, et al. Treadmill aerobic exercise training reduces the energy expenditure and cardiovascular demands of hemiparetic gait in chronic stroke patients. A preliminary report. *Stroke* 1997;28(2):326-30.
- Hale LA, Eales CJ. Recovery of walking function in stroke patients after minimal rehabilitation. *Physiother Res Int* 1998;3(3):231-2.
- Paci M. [Physiotherapy based on the Bobath concept for adults with post-stroke hemiplegia: a review of effectiveness studies]. *J Rehabil Med* 2003;35(1):2-7.
- Dursun N. Cerebral palsy. In: Oğuz H, Dursun E, Dursun N, eds. *Tıbbi Rehabilitasyon*. 2<sup>nd</sup> ed. İstanbul: Nobel Tıp Publisher; 2004. p.957-74.

15. Salter J, Camp Y, Pierce LL, Mion LC. Rehabilitation nursing approaches to cerebrovascular accident: a comparison of two approaches. *Rehabil Nurs* 1991;16(2):62-6.
16. Dickstein R, Hocherman S, Pillar T, Shaham R. Stroke rehabilitation. Three exercise therapy approaches. *Phys Ther* 1986;66(8):1233-8.
17. Gök H, Koç N, Yıldızlar D. [Stroke rehabilitation]. In: Arasil T, Gök H, Yavuzer G, eds. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon: İlkeler ve Uygulamalar*. 4<sup>th</sup> ed. Ankara: Güneş Publisher; 2007. p.1655-76.
18. Taub E, Uswatte G, Pidikiti R. Constraint-induced movement therapy: a new family of techniques with broad application to physical rehabilitation. A clinical review. *J Rehabil Res Dev* 1999;36(3):237-51.
19. van der Lee JH, Wagenaar RC, Lankhorst GJ, Vogelaar TW, Devillé WL, Bouter LM. Forced use of the upper extremity in chronic stroke patients: results from a single-blind randomized clinical trial. *Stroke* 1999;30(11):2369-75.
20. Ploughman M, Corbett D. Can forced-use therapy be clinically applied after stroke? An exploratory randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(9):1417-23.
21. Page SJ, Sisto S, Levine P, McGrath RE. Efficacy of modified constraint-induced movement therapy in chronic stroke: a single-blinded randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85(1):14-8.
22. Taub E, Miller NE, Novack TA, Cook EW 3rd, Fleming WC, Nopomuceno CS, et al. Technique to improve chronic motor deficit after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74(4):347-54.
23. Morris D, Crago J, DeLuca S, Pidikiti R, Taub E. Constraint-induced movement therapy for motor recovery after stroke. *NeuroRehabilitation* 1997;9(1):29-43.
24. Dursun N, Dursun E, Sade I, Cekmece C. Constraint induced movement therapy: efficacy in a Turkish stroke patient population and evaluation by a new outcome measurement tool. *Eur J Phys Rehabil Med* 2009;45(2):165-70.
25. Hesse S. Gait training after stroke: a critical appraisal. *Ann Readapt Med Phys* 2006;49(8):621-4.
26. Hesse S, Konrad M, Uhlenbrock D. Treadmill walking with partial body weight support versus floor walking in hemiparetic subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 1999;80(4):421-7.
27. Liston R, Mickelborough J, Harris B, Hann AW, Tallis RC. Conventional physiotherapy and treadmill re-training for higher-level gait disorders in cerebrovascular disease. *Age Ageing* 2000;29(4):311-8.
28. Visintin M, Barbeau H, Korner-Bitensky N, Mayo NE. A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation. *Stroke* 1998;29(6):1122-8.
29. Crompton S, Khemlani M, Batty J, Ada L, Dean C, Katrak P. Practical issues in retraining walking in severely disabled patients using treadmill and harness support systems. *Aust J Physiother* 2001;47(3):211-3.
30. Richards CL, Malouin F, Wood-Dauphinee S, Williams JI, Bouchard JP, Brunet D. Task-specific physical therapy for optimization of gait recovery in acute stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil* 1993;74(6):612-20.
31. Haggüder A. [Body weight supported treadmill training in stroke rehabilitation]. *Turkish J Phys Med Rehabil* 2007;53(1):41-4.
32. Van de Crommert HW, Mulder T, Duysens J. Neural control of locomotion: sensory control of the central pattern generator and its relation to treadmill training. *Gait Posture* 1998;7(3):251-263.
33. Wilson MS, Qureshy H, Protas EJ, Holmes SA, Krouskop TA, Sherwood AM. Equipment specifications for supported treadmill ambulation training: a technical note. *J Rehabil Res Dev* 2000;37(4):415-22.
34. Behrman AL, Lawless-Dixon AR, Davis SB, Bowden MG, Nair P, Phadke C, et al. Locomotor training progression and outcomes after incomplete spinal cord injury. *Phys Ther* 2005;85(12):1356-70.
35. de Leon RD, Hodgson JA, Roy RR, Edgerton VR. Locomotor capacity attributable to step training versus spontaneous recovery after spinalization in adult cats. *J Neurophysiol* 1998;79(3):1329-40.
36. Martin J, Plummer P, Bowden M, Fulk G, Behrman A. Body weight support systems: considerations for clinicians. *Phys Ther Rev* 2006;11(2):143-52.
37. Hesse S. Locomotor therapy in neurorehabilitation. *NeuroRehabilitation* 2001;16(3):133-9.
38. Hidler JM. What is next for locomotor-based studies. *J Rehabil Res Dev* 2005;42(1):11-4.
39. Zorowitz RD. Ambulation in a wheelchair-bound stroke survivor using a walker with body weight support: a case study. *Top Stroke Rehabil* 2005;12(4):50-5.
40. Hesse S, Bertelt C, Jahnke MT, Schaffrin A, Baake P, Malezic M, et al. Treadmill training with partial body weight support compared with physiotherapy in nonambulatory hemiparetic patients. *Stroke* 1995;26(6):976-81.
41. Hesse S, Malezic M, Schaffrin A, Mauritz KH. Restoration of gait by combined treadmill training and multichannel electrical stimulation in non-ambulatory hemiparetic patients. *Scand J Rehabil Med* 1995;27(4):199-204.
42. Harris-Love ML, Forrester LW, Macko RF, Silver KH, Smith GV. Hemiparetic gait parameters in overground versus treadmill walking. *Neurorehabil Neural Repair* 2001;15(2):105-12.
43. Laufer Y, Dickstein R, Chefetz Y, Marcovitz E. The effect of treadmill training on the ambulation of stroke survivors in the early stages of rehabilitation. *J Rehabil Res Dev* 2001;38(1):69-78.
44. Hesse S, Bertelt C, Schaffrin A, Malezic M, Mauritz KH. Restoration of gait in nonambulatory hemiparetic patients by treadmill training with partial body-weight support. *Arch Phys Med Rehabil* 1994;75(10):1087-93.
45. Kosak MC, Reding MJ. Comparison of partial body weight-supported treadmill gait training versus aggressive bracing assisted walking post stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2000;14(1):13-9.
46. Tuna H, Tuna F, Ünalan H, Kokino S. [Effects of body weight supported treadmill training in patients with spinal cord injury]. *Turkish J Phys Med Rehabil* 2005;51(1):22-4.
47. Werner C, Von Frankenberg S, Treig T, Konrad M, Hesse S. Treadmill training with partial body weight support and an electromechanical gait trainer for restoration of gait in subacute stroke patients: a randomized crossover study. *Stroke* 2002;33(12):2895-901.
48. Hesse S, Uhlenbrock D, Werner C, Bardeleben A. A mechanized gait trainer for restoring gait in nonambulatory subjects. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81(9):1158-61.
49. da Cunha IT Jr, Lim PA, Qureshy H, Henson H, Monga T, Protas EJ. Gait outcomes after acute stroke rehabilitation with supported treadmill ambulation training: a randomized controlled pilot study. *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(9):1258-65.
50. Pease SW, Bowyer LB, Kadyan V. Human walking. In: Delisa JA, Gans MG, Walsh NE, eds. *Physical Medicine and Rehabilitation, Principles and Practice*. 4th ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2005. p. 155-68.
51. Nudo RJ. Functional and structural plasticity in motor cortex: implications for stroke recovery. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2003;14(1 Suppl):S57-76.
52. Eich HJ, Mach H, Werner C, Hesse S. Aerobic treadmill plus Bobath walking training improves walking in subacute stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil* 2004;18(6):640-51.
53. Ada L, Dean CM, Hall JM, Bampton J, Crompton S. A treadmill and overground walking program improves walking in persons residing in the community after stroke: a placebo-controlled, randomized trial. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84(10):1486-91.

54. Macko RF, Ivey FM, Forrester LW, Hanley D, Sorkin JD, Katzel LI, et al. Treadmill exercise rehabilitation improves ambulatory function and cardiovascular fitness in patients with chronic stroke: a randomized, controlled trial. *Stroke* 2005;36(10):2206-11.
55. Werner C, Lindquist AR, Bardeleben A, Hesse S. The influence of treadmill inclination on the gait of ambulatory hemiparetic subjects. *Neurorehabil Neural Repair* 2007;21(1):76-80.
56. MacKay-Lyons MJ, Makrides L. Cardiovascular stress during a contemporary stroke rehabilitation program: is the intensity adequate to induce a training effect? *Arch Phys Med Rehabil* 2002;83(10):1378-83.
57. Malouin F, Potvin M, Prevost J, Richards CL, Wood-Dauphinee S. Use of an intensive task-oriented gait training program in a series of patients with acute cerebrovascular accidents. *Phys Ther* 1992;72(11):781-93.
58. Moseley AM, Stark A, Cameron ID, Pollock A. Treadmill training and body weight support for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2005;(4):CD002840.
59. Bayat R, Barbeau H, Lamontagne A. Speed and temporal-distance adaptations during treadmill and overground walking following stroke. *Neurorehabil Neural Repair* 2005; 19(2):115-24.
60. Hesse S, Helm B, Krajnik J, Gregoric M, Mauritz KH. Treadmill training with partial body weight support: influence of body weight release on the gait of hemiparetic patients. *Neurorehabil Neural Repair* 1997;11(1):15-20.
61. Trueblood PR. Partial body weight treadmill training in persons with chronic stroke. *NeuroRehabilitation* 2001;16(3):141-53.