

트레드밀 보행훈련이 만성편마비 환자의 보행 속도와 보행 지구력에 미치는 영향

광주보건대학 물리치료과
김 상 업

Effect of Treadmill Training on Walking Velocity and Gait Endurance in patients with chronic hemiplegia

Kim, Sang-Yub, P.T., Ph.D.

Department of Physical Therapy, Kwangju Health College

〈Abstract〉

Treadmill training is a new promising therapy in gait rehabilitation of patients with hemiplegia. The purpose of this study was to identify the effect of treadmill training on walking speed and gait endurance in patients with chronic hemiplegia. The subject of this includes twenty patients, who had suffered from chronic hemiplegia and were in the K rehabilitation center; each ten patients were randomly assigned to experimental or control group. Among twenty patients, one group of ten for experiment was treated with progressive speed increase treadmill ambulation training besides conventional physical therapy(SITAT) while the rest ten for the controlled group was treated with conventional physical therapy(CPT) only, for 8 weeks alike. Before and after the foregoing 8 weeks training, walking velocity and gait endurance were measured to both groups. The data were analyzed by paired t-test. The results of this study are as follows; The SITAT and CPT showed the significant difference in walking velocity and gait endurance. As compared the rehabilitation of dependent variables between the SITAT and CPT, SITAT showed the significant difference in walking velocity and gait endurance. The outcome suggest that patient with chronic hemiplegia can improve their walking velocity and gait endurance through treadmill training.

I. 서 론

뇌졸중은 미국의 경우 사망원인의 3번째 질환이며 만성 장애의 1번째 원인이 되는 질환이라고 보고되고 있다(Elkind와 Sacco, 1998). 다른 나라에 비해 우리 나라에서는 발병률이 높아 사망 원인의 1번째 질환으로 지적되고 있다(이상복, 1986). 뇌졸중은 급성 발병 후 1달 내에 4명중 1명이 사망하고(Bahle, 1998), 생존하는 경우라도 뇌병변의 부위에 따라 운동 장애, 언어 장애, 감각과 인지 장애, 그리고 행위 문제를 야기한다(Mahabir, 1998). 특히, 편마비로 인한 운동 장애는 본격적인 물리치료의 대상이 되며, 이 중 보행의 회복은 독립적인 생활을 영위하기 위해 필수적이라 할 수 있다.

보행의 회복은 뇌졸중 환자의 재활에 있어 중요한 목표가 된다(Werner 등, 2002). 이러한 목표에 달성하기 위해 물리치료사는 단일 움직임들의 강화를 이용한 전통적인 기능적 접근법(traditional functional approach)이나 다양한 신경촉진 기법들을 적용하였다(Hesse 등, 1995). 신경촉진 기법들에는 공동운동(synergistic movement)을 이용한 브룬스트롬 기법(Brunnstrom technique), 나선과 대각선적 움직임을 이용한 고유수용성신경근 촉진법(proprioceptive neuromuscular facilitation), 반사 억제적 움직임을 이용한 신경발달치료(neurodevelopmental therapy) 등이 주로 사용된다(Dewald, 1987). 그러나, 이러한 여러 기법들은 보행에 대해 크게 강조하지 않았다.

뇌졸중 환자는 근 약화, 비정상적인 근 긴장, 비정상적인 움직임 패턴, 비정상적인 신체의 균형, 체중을 이동하는 능력의 결함과 섬세한 기능을 수행하는 특수한 운동의 요소의 상실 등으로 인해 운동조절을 하는데 있어서 문제를 가지게 된다(Sharp 와 Brouwer, 1997). 이러한 이유로 뇌졸중 환자에서 특징적인 보행 패턴인 느린 보행주기와 보행속도, 환측 보장과 건측 보장간의 활보장의 차이, 환측의 짧은 입각기와 상대적으로 긴 유각기 등이 나타난다(Reyerson과 Levit, 1997; Mauritz, 2002). Brunnstrom(1964)은 편마비 환자는 선택적 조절능력 장애와 협응 운동 장애를 보이며 이로 인해 보행속도가 느리고 건측 하지로 대상작용을 한다고 하였다. Perry(1974)는 편마비 환자는 정상보행에 필요한 관절과 근육의 조절기능이 손상되어 활보장이 짧으며 보행속도가 느려지는 보행을 한다고 하였다. 그러나 보행은 환자 자신에게 있어 가장 중요시되는 능력으로 편마비 환자의 재활시 보행을 그 첫째 목적으로 지적하는 등 편마비 환자에서 보행의 중요성은 주지된 사실이다(Mauritz, 2002).

보행은 반복적인 주기의 연속이며, 생리학적 보행 패턴을 유지하기 위해서는 보행의 대칭성이 확보되어야 한다. 따라서, 편마비 환자의 보행 훈련의 목적은 활보장의 반복적인 주기의 수를 증가시키는 것과 동시에 보행의 대칭성을 회복하는 것이다(Mauritz, 2002). 최근 들어, 과제지향 접근법(task-oriented approach)에 근거한 부분 체중지지 상태에서의 트레드밀 훈련은 비보행 환자의 보행능력을 좀 더 빠르게 회복할 수 있게 도움을 줄 수 있다고 보고되고 있다(Hesse 등, 1995; Visintin 등, 1998; Werner 등, 2002). 또한 체중 지지가 없는 완전 체중부하 상태에서의 보행훈련은 만성 편마비 환자의 보장 길이의 대칭성을 개선시켰다고 보고하였다(Waagfjord 등, 1990).

트레드밀은 똑바로 선 자세에서의 반복적이고 리듬적인 보행과 하지에 대한 체중지지를 자극한다(Visintin 등, 1998). 체중지지 상태에서의 트레드밀은 편마비 환자의 보행 훈련의 목적인 활보장의 반복적인 주기와 보행의 대칭성을 회복하는데 도움이 된다(Hassid 등, 1997; Hesse 등, 1999; Visintin 등, 1998; Ichiro 등, 2000; Hesse 등, 2001). 그러나, 이러한 연구들은 체중지지의 점진적인 감소를 통한 보행훈련 방법이었고, 보행훈련 속도 또한 점진적인 속도의 증가 없이 일정한 속도를 유지하는 보행훈련 방법으로 연구되었다. 따라서, 체중지지 상태에서의 트레드밀 훈련은 뇌졸중 후 초기 편마비 환자의 보행 회복을 위한 운동으로 적절하다고 할 수 있다(Werner 등, 2002).

그러나, 보행이 가능한 만성적인 편마비 환자가 독립적인 사회생활을 영위하기 위해서는 적절한 보행 속도와 보행 지구력이 요구된다(Robinett과 Vondron, 1988). 이러한 환자들은 완전한 체중부하 상태에서 보행이 가능하기 때문에, 트레드밀의 점진적인 속도 증가를 적용한다면 보행 속도와 보행 지구력은 개선될 것으로 기대된다. 그러나, 완전한 체중부하 상태에서의 트레드밀 훈련을 통한 보행 속도와 보행 지구력에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 이에 본 연구자는 체중부하 상태에서의 점진적인 속도증가 트레드밀 보행훈련 프로그램 시

행 후에 보행속도, 보행지구력에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 뇌졸중으로 인한 편마비 진단을 받는 환자로 K재활원에서 치료를 받는 편마비 환자 중 연구에 동의한 환자 20명을 대상으로 하였다.

본 연구에 참여한 대상자 선정 기준은 다음과 같다. 1) 뇌졸중으로 인하여 편마비로 진단을 받고, 발병 후 3개월 이상 경과 한 환자. 2) FIM(Functional Independence Measurement)의 평가기준에 근거하여 보조기나 지팡이 등기타 보장구의 착용유무에 관계 없이 45m 이상 독립 보행이 가능한 환자. 3) 하위 운동 신경 병변이 없으며 양 하지의 정형외과적 질환이 없는 환자. 4) 관절 가동 범위에 제한이 없고, 마비 쪽 하지의 경직이 Modified Ashworth Scale로 평가하였을 경우 Grade 2 이하인 환자. 5) 트레드밀에서 0.5mph 이상의 속도로 200m 이상 보행훈련 하더라도 임상적으로 문제가 없다는 의사의 진단을 받은 환자. 6) 연구내용을 이해하며 의사소통이 가능한 환자.

대상자 20명을 트레드밀 보행 훈련군 10명, 대조군 10명으로 각각 나누고, 두 집단 모두 일반적인 물리치료와 작업치료 등을 실시하였다. 트레드밀 보행훈련군은 8주 동안 주 3회, 매회 15 ~ 30분간 트레드밀 보행훈련 프로그램을 시행하였다.

2. 측정방법 및 연구절차

1) 측정방법

① 보행속도 검사(walking velocity test)

보행 속도 검사에 사용된 보행 검사법은 Butland 등(1982)에 의해 개발되어 임상적으로 간편하게 가장 많이 사용되는 검사 방법으로 보행속도는 10m의 거리 중, 양끝 2m을 제외한 6m길이에서 만 측정하여 보행 속도(속도=거리×시간)를 계산하는 방법이다(Goldie 등 2001;, Edelle 등 2001;, Protas 등 2001). 측정은 총 3회 이상 반복 실시하여 평균값으로 하였다.

② 보행 지구력 검사(walking endurance test)

보행 지구력 검사에 사용된 보행 검사법은 Macko. 등(2001)에 의해 개발되어 임상적으로 빠르고 간편하게 가장 많이 사용되는 검사방법으로 30m의 트랙을 12분 동안 얼마만큼의 거리를 걷는지 누적 거리 측정하여 보행 지구력을 계산하는 방법이다.

2) 연구 절차

본 연구는 체중부하 상태에서 점진적인 속도증가 트레드밀 보행훈련 프로그램이 뇌졸중 환자의 보행 속도, 보행 지구력에 어떠한 영향을 미치는가에 대하여 알아보고자, 트레드밀 보행훈련군 10명, 대조군 10명을 선정하여 보행 속도와 보행 지구력을 사전 검사하였고, 트레드밀 보행훈련군은 8주 동안 격일로 주 3회 보행운동과 일반적인 물리치료를 실시하였고, 대조군은 일반적인 물리치료만 실시하였다. 8주간의 보행운동이 끝난 후 조사 대상자 전원을 보행속도와 보행 지구력 측정을 사후 검사하여 결과를 분석하였다.

5. 자료 분석

트레드밀 보행훈련 전, 후의 보행 속도와 지구력의 차이를 알아보기 위하여 Windows용

SPSS 10.0 프로그램을 이용하여 대응표본 t-검정(paired t-test)을 하였으며, 실험군과 대조군의 비교는 독립표본 t-검정(independent t-test)을 실시하였다. 가설검정을 위한 유의도 수준은 0.05이다.

III. 결 과

본 연구는 뇌졸중 환자 20명을 대상으로 8주간의 트레드밀 보행훈련 프로그램이 보행 속도, 보행 지구력에 어떠한 영향을 미치는가를 규명하기 위하여 연구를 실시한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 연구 대상자의 일반적 및 의료적 특성

전체 20명의 뇌졸중 연구 대상자 20명 중 남자는 13명(65%)이었고, 여자는 7명(35%)이었다. 실험군과 대조군은 각각 10명이었으며, 연령 분포는 41~50세 사이가 6명(30%), 51~60세 사이가 9명(45%), 61세 이상이 5명(20%)이었다. 신장 분포는 평균 164.5cm으로 154cm~174cm 사이의 분포를 보였으며, 체중분포는 평균 62.95kg으로 50kg~85kg 사이의 분포를 보였다(표 1). 뇌졸중 마비 유형은 오른쪽 편마비(right hemiplegia)가 9명(45%), 왼쪽 편마비(left hemiplegia)가 11명(55%)이었으며, 뇌졸중 원인은 뇌경색(cerebral infarction)이 10명(50%), 뇌출혈(hemorrhage)이 10명(50%)이었다. 유병 기간은 평균 12.5개월로 6개월 미만인 6명(30%), 6~12개월 사이가 8명(40%)으로 가장 빈도수가 많았으며, 12개월 이상이 6명(30%)이었다

표 1. 연구 대상자의 일반적인 특성

		빈도수(%)
성별	남	13(65%)
	여	7(35%)
연령	41~50	6(30%)
	51~60	9(45%)
	60세 이상	5(20%)
신장	평균 164.50±5.24cm	
체중	평균 62.95±8.38kg	

표 2. 연구 대상자의 의료적 특성

	실험군	대조군	총 계
마비 유형 N(%)			
Rt. hemiplegia	6	4	10
Lt. hemiplegia	3	7	10
원 인 N(%)			
Cerebral infarction	5	5	10
hemorrhage	5	5	10
유병 기간 (개월)			
6개월 미만	2	4	6
6~12개월	5	3	8
12개월 이상	3	3	6

2. 보행 속도의 변화

8주간의 트레드밀 보행훈련 전·후에 실험군(n=10)과 대조군(n=10)의 보행속도의 평균 및 표준 편차는 <표 3>과 같다. 실험군의 보행 속도는 실험 전 9.14±2.19sec/m에서 실험 후 7.03±1.67sec/6m으로 빨라졌으며, 통계적으로도 매우 유의하게 나타났으며, 대조군에서도 실험 전에는 9.45±1.39sec/6m에서 실험 후 8.49±1.26sec/6m으로 빨라져, 통계적으로 유의하게 나타났다. 집단 간 비교에서는 프로그램 시행 전에는 실험군과 대조군 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 프로그램 시행 후에는 실험군과 대조군 간에 통계적으로 매우 유의한 차이가 있었다.

표 3. 보행속도

	실험 전	실험 후	t-value
실험군	9.14±2.19	7.03±1.67	7.731***
대조군	9.45±1.39	8.49±1.26	12.017***
t-value	-.375	-2.184*	

Values는 Mean±Standard Deviation

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

3. 보행 지구력의 변화

8주간의 트레드밀 보행훈련 전·후에 실험군(n=10)과 대조군(n=10)의 보행 지구력의 평균 및 표준 편차는 <표 4>와 같다. 실험군의 보행 지구력은 실험 전 395.76±118.74m/12min에서 실험 후 605.89±186.61m/12min으로 증가하였으며, 통계적으로도 매우 유의하게 나타났으며, 대조군에서도 실험 전에는 349.62±47.17m/12min에서 실험 후 410.82±56.18m/12min으로 증가되어, 통계적으로 유의하게 나타났다. 집단 간 비교에서는 프로그램 시행 전에는 실험군

과 대조군 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 프로그램 시행 후에는 실험군과 대조군 간에 통계적으로 매우 유의한 차이가 있었다.

표 4. 보행지구력

	실험 전	실험 후	t-value
실험군	395.76±118.74	605.89±186.61	-7.647***
대조군	349.62±47.17	410.82±56.18	-4.746**
t-value	1.142	3.165**	

Values는 Mean±Standard Deviation

* p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

IV. 고 찰

뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 회복은 신경학적인 회복과 기능적인 회복으로 나누어 볼 때 기능적인 회복은 외부환경, 재활을 위한 치료의 정도, 본인의 의지력에 따라서 영향을 받게 된다. 편마비 환자의 기능을 평가하는데 있어 보행은 최소한의 이동능력을 증진시켜 독립적인 생활을 보장받고, 활동공간을 넓혀 가는데 필수적인 요소가 된다(Dickstein 등, 1984). 따라서 편마비 환자의 보행에서 대칭적인 보행주기, 정상적인 보행속도와 보행 지구력을 가지는 것은 독립적인 생활을 위한 치료의 목표 중 하나로써 편마비 환자의 보행 능력을 증진시키기 위한 운동으로 매우 중요하게 작용한다.

트레드밀 보행훈련은 환자의 보행 중 규칙적이고 리듬있는 보행을 통하여 하지의 협응운동조절을 촉진하고 자세 조절을 제공한다. Malouin 등(1992)은 트레드밀 훈련이 환자들에게 동기부여와 트레드밀 위에서 보행속도를 유지하도록 하여 환자의 노력을 증가시킨다고 제안하였고, 환자의 가능한 빠른 보행과 같은 패턴으로 많은 반복을 가능하게 하기 때문에 운동학습이론을 뒷받침한다(Hesse 등, 1995; Shumway-cook과 Woollacott, 2001). 또한 트레드밀 보행훈련은 특정 과제 연습(task-oriented practice)은 아니지만 실제의 보행환경과 유사한 과제 지향적 접근법(task-oriented approach)이다(Malouin 등, 1992). Kakurai와 Akai(1996)는 편마비 환자의 경우에 가장 기초가 되며 보행에서 가장 중요한 지표를 보행속도라 하였으며, 보행 속도의 측정이 환자의 일상생활능력 및 예후 기능 파악에 가장 간단하고 정확한 방법으로 알려져 있다. 독립적인 사회생활을 위해서 요구되는 보행속도는 Robinett과 Vondran(1988)에 의하면 지역사회 크기에 따라 차이는 있으나 평균 44.5m/min 정도는 되어야 한다고 하였다. Katherine 등(2002)의 연구에서는 뇌졸중 환자 14명을 0.5mph(저속), 2.0mph(고속), 0.5~2.0mph(가변)의 3군으로 나누어 20분 동안 4주의 체중지지 트레드밀 보행 훈련을 실시한 후 지상보행 속도를 비교한 결과 자가 선택 보행속도보다 빠르게 훈련한 고속군에서 더 빠른 지상보행 속도를 보였으며, 1개월 후 추적 조사한 결과에서도 빠르게 훈련한 고속군에서 유의하게 지상보행 속도가 빠른 결과를 보고하였다. 이상의 연구결과로 미루어 볼 때, 환자의 보행훈련 시 보행의 독립성이나 안전성이 저하되지 않는 범위에서 좀더 빠르게 걷도록 훈련시키는 것이 효과적인 사회적 복귀를 돕는 재활의 한 부분이 될 것으로 생각된다. Mizrahi 등(1982)은 성인 편마비 환자를 대상으로 조사한

결과 재활 센터에 입원할 당시의 보행 속도는 17cm/sec에서 퇴원 할 때는 25cm/sec이었다고 하였다. Laufer 등(2001)은 지상 보행 훈련군과 트레드밀 보행훈련군에서 각각 0.18m/sec에서 0.33m/sec로 0.20m/sec에서 0.47m/sec로 보행훈련 후에 통계적으로 유의한 증가를 보였다고 보고하였다. 본 연구에서도 트레드밀 보행훈련 전에는 9.14sec/6m에서 트레드밀 보행훈련 후에는 7.03sec/6m으로 2.11sec/6m나 빨라져 통계적으로 매우 유의하였으며 ($p < 0.001$), 대조군과의 비교에서도 9.45sec/6m에서 8.49sec/6m으로 빨라진 것에 비해 통계적으로 유의한 보행속도의 증가를 보여 Laufer 등(2001)의 연구와 일치하였으며, Linderhoim 등(1999)과의 연구와 일치하였다. 또한 Katherine 등의 연구와 같이 자가-선택 속도보다 빠른 보행훈련이 지상-보행속도를 증진시켰다는 결과와 일치하였고, Holden 등(1986)이 보고한 편마비 환자의 보행속도가 정상성인의 24~41% 정도의 수준이라고 보고한 내용은 실험 전 대상자들의 평균 보행 속도와 일치한 속도로 실험 후에 평균 보행 속도의 76%까지 회복하여 지역사회에서 독립적인 사회생활을 위해서 요구되는 보행속도에 근접해지고 있다고 볼 수 있다. 이러한 연구 결과는 점진적 속도 증가 트레드밀 보행 훈련 프로그램이 뇌졸중 환자의 보행 속도 보행 수를 증진시키는데 영향을 주는 것으로 보여지며, 일반적인 보행훈련 프로그램과 비교하여 트레드밀 보행 훈련 프로그램이 보행 속도를 증진시키는데 더 효과적인 방법이라 사료된다.

보행 지구력은 Linderhoim 등(1999)이 23명의 뇌졸중 환자를 대상으로 트레드밀 보행 훈련 후에 보행 속도와 함께 보행 지구력의 향상을 보고하였고, 전계호 등(1999)은 독립보행이 가능한 20명의 뇌졸중 환자를 대상으로 체중 탈부하 상태에서 보행시간인자와 에너지 소모량, 동적 근전도 검사를 시행하였는데, 탈부하 후 환측 및 건측 하지의 단하지 지지기가 길어지고, 환측 하지로의 체중 지지율이 증가하였고, 동적 근전도의 변화는 탈부하가 커질수록 내측광근(Vastus medialis), 대퇴이두근(Biceps femoris), 반건양근(semi-tendinosus)의 전기적 활동 진폭이 보행 주기 중 발뒤축 접지기와 입각기 초기에 감소되는 경향이 있었고, 특히 내측 비복근(medial gastrocnemius)의 전기적 활동 진폭이 입각기 전 기간 동안 감소되는 양상이 있었고, 보행 중 O_2 rate, O_2 cost, O_2 pulse가 감소하여, 심폐기능이 부적절하거나 근위축 및 지구력이 약한 환자들에게 보행훈련을 보다 긴 시간동안 효과적으로 적용할 수 있다고 하였다. 본 연구에서는 에너지 소모량과 동적 근전도를 사용하지 않았으나, 보행 지구력에서 트레드밀 보행훈련 프로그램 시행 전·후에 실험군과 대조군의 변화는 실험군의 보행 지구력이 실험 전 $395.76 \pm 118.74m/12min$ 에서 실험 후 $605.89 \pm 186.61m/12min$ 으로 증가하여, 통계적으로도 매우 유의하게 나타났으며, 대조군에서도 실험 전에는 $349.62 \pm 47.17m/12min$ 에서 실험 후 $410.82 \pm 56.18m/12min$ 으로 증가되어, 통계적으로 유의하게 나타났다. 집단 간 비교에서는 프로그램 시행 전에는 실험군과 대조군 간에 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 프로그램 시행 후에는 실험군과 대조군 간에 통계적으로 매우 유의한 차이가 있었다. 이것은 보행속도의 증가와 함께 단하지 지지기의 증가 및 건측 유각기의 증가를 가져와 보폭의 향상이 이루어져 같은 시간에 더 많은 거리를 보행 할 수 있게 되어 보행 중 소모되는 에너지량이 줄어들어 보행 지구력의 증가를 가져온 것으로 사료된다.

이상의 연구결과에서 나타나듯이 트레드밀 보행훈련은 뇌졸중으로 인한 만성 편마비 환자의 보행 속도와 지구력의 향상에 유용한 치료방법으로 사용될 수 있다. 그러나 뇌졸중 환자들은 해부학적 결손의 정도나 손상 부위가 개인에 따라 다르기 때문에 편마비의 형태에 따라 여러 변화가 초래되고 있어, 뇌졸중 환자의 치료에는 표준화된 계획이 없으며 다양한 기능적 결함에 기초를 두고 개인에 맞는 치료 접근이 필요하겠고, 동물적 실험에서 근거한 트

레드밀 보행훈련의 방법이 인체의 해부학적 구조물과의 차이로 인하여 명쾌한 해석의 어려움이 남아있다고 할 수 있다. 본 연구에 사용된 점진적인 속도증가 트레드밀 보행훈련 프로그램은 뇌졸중 환자를 보행훈련 시킬 때 각 환자의 상태와 관심에 맞추어 선택할 수 있는 여러 가지 방법 중 하나가 될 것이며, 모든 뇌졸중 환자에게 일반화하여 해석하는데 제한되는 점이 있다고 하겠다.

V. 결 론

본 연구의 목적은 체중부하 상태에서 점진적인 속도 증가 트레드밀 보행훈련이 만성 편마비 환자의 보행 속도와 보행 지구력에 어떠한 영향을 미치는지 알아보는 것이었다. 본 연구의 대상자는 뇌졸중으로 진단 받고 K재활원에 입원한 환자 중 본 연구의 필요조건을 충족하는 20명을 대상으로 점진적인 속도 증가 트레드밀 보행훈련과 일반적인 물리치료를 함께 실시한 실험군(10명)과 일반적인 물리치료 만 실시한 대조군(10명)으로 나누어 정해진 순서에 의하여 8주간의 일반적인 물리치료와 점진적인 속도증가 트레드밀 보행훈련을 실시하였다. 훈련 전, 후 비교에서 보행 속도와 보행지구력이 실험군이 대조군에 비해 더 유의한 차이를 보였다. 이상의 결과로 볼 때 트레드밀 보행 훈련이 편마비 환자의 보행속도와 지구력 향상에 효과적임을 제안한다.

참고문헌

- 이상복 : 급성기 뇌졸중의 내과적 치료, 대한의학협회지, 29(3), 281-288, 1986.
- 전계호, 조강희, 김봉옥 : 체중 탈부하가 편마비 보행에 미치는 영향, 대한재활의학회지, 23(2), 371-376, 1999.
- Bahle J : Stroke prevention screening program, Journal of Vascular Nursing, 16(2), 35-37, 1998.
- Brunnstorm S : Recording gait patters of adult hemiplegic patient, J Am Phys Ther Asso, 44, 11-18, 1964.
- Butland RJ, Pang J, Gross ER, et al : Two-, six-, and 12-minute walking tests in respiratory disease., Br Med J(Clin Res Ed), 29(284), 1607-1608, 1982.
- Dewald JPA : Stroke rehabilitation, Baltimore, Williams & Wilkins, 1987.
- Dickstein R, Nissan M, Pillar T, et al : Foot-ground pressure pattern of standing hemiplegic patients. Major characteristics and patterns of improvement. Phys Ther, 64(1), 19-23, 1984.
- Edelle C. Field-Fote : Combined use of body weight support, Functional electric stimulation, and treadmill training to improve walking ability in individuals with chronic incomplete spinal cord injury, Arch Phys Med Rehabil, 82, 818-824, 2001.
- Elkind MS, Sacco RL : Stroke risk factors and stroke prevention, Seminars in Neurology, 18(4), 429-440, 1998.
- Goldie PA, Matyas TA, Evans OE : Gait after stroke: Initial deficit and changes in temporal patters for each gait phase, Arch Phys Med Rehabil, 82, 1057-1065, 2001.
- Hassid E, Guttry M, Dobkin BH : Improved gait symmetry in hemiparetic stroke patient

induced during body weight-supported treadmill stepping, *J Neuro Rehabil*, 11, 21-26, 1997.

Hesse S, Bertelt C, Jahnke MT, et al : Treadmill training with partial body weight support compared with physiotherapy in nonambulatory hemiparetic patients, *Stroke*, 26(6), 976-981, 1995.

Hesse S, Konrad M, Uhlenbrock D : Treadmill walking with partial body weight support versus floor walking in hemiparetic subjects, *Arch Phys Med Rehabil* 80, 421-427, 1999.

Hesse S, Werner C, Paul T, et al : Influence of Walking speed on lower limb muscle activity and energy consumption during treadmill walking of hemiparetic patient, *Arch Phys Med Rehabil*, 82, 1547-1550, 2001.

Holden MK, Gill KM, Magliozzi MR : Gait assessment for neurologically impaired patients, *Phys Ther*. 66(10), 1530-1539, 1986.

Ichiro Miyai, Yasuyuki Fujimoto, Yoshishige Ueda, et al : Treadmill training with body weight support: Its effect on Parkinson's disease, *Arch Phys Med Rehabil*, 81, 849-852, 2000.

Macko RF, Smith GV, Dobrovolny CL, et al : Treadmill training improves fitness reserve in chronic stroke patient, *Arch Phys Med Rehabil*, 82, 879-884, 2001.

Kakurai S, Akai M : Clinical experiences with a convertible thermoplastic knee-ankle-foot orthosis for post-stroke hemiplegic patients, *Prosthet Orthot Int*, 20(3), 191-194, 1996.

Laufer Y, Dickstein R, Chefez Y, et al : The effect of treadmill training on the ambulation of stroke survivors in the early stage of rehabilitation, *Journal of rehabilitation Research and Development*, 38(1), 385-399, 2001.

Mahabir D, Bickman L, Gulliford MC : Stroke in Trinidad and Tobago; burden of illness and risk factors, *Rev Panam Salud Publication*, 4(4). 233-237, 1998.

Malouin F, Potvin M, Prevost J, et al : Use of an intensive task-oriented gait training program in a series of patients with acute cerebrovascular accidents, *Phys Ther*, 72(11), 781-789, 1992.

Mauritz KH : Gait training in hemiplegia, *European Journal of Neurology*, 9(S1), 23-29, 2002.

Mizrahi J, Susak Z, Heller L, et al : Objective expression of gait improvement of hemiplegics during rehabilitation by time-distance parameters of the stride, *Med Biol Eng Comput*, 20(5), 628-634, 1982.

Perry J : Kinesiology of lower extremity bracing, *Clin Orthop*, 102, 18-31, 1974.

Prochazka A, Stephens JA, Wand P : Muscle spindle discharge in normal and obstructed movement, *J Physiol*, 87, 57-66, 1979.

Protas EJ, Holmes SA, Qureshy H, et al : Supported treadmill ambulation training after spinal cord injury: A pilot study, *Arch Phys Med Rehabil*, 82, 825-831, 2001.

Robinett CS, Vondran MA : Functional ambulation velocity and distance requirements in rural and urban communities, *Phys Ther*, 68(9), 1371-1373. 1988.

Ryerson S, Levit K : Functional movement reeducation, New York, Churchill

Livingstone, 1997.

Sharp SA, Brouwer BJ : Isokinetic strength training of the hemiparetic knee: effects on function and spasticity, *Arch Phys Med Rehabil*, 78(11), 1231-1236. 1997.

Shumway-Cook, A. & Wollacott, MH : *Motor control: Theory and practical application*, Maryland, Williams & Wilkins, 1995.

Visintin M, Barbeau H, Bitensky NK et al : A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation, *Stroke*, 29(6), 1122-1128, 1998.

Waagfjord J, Levangle PK, Certo CME : Effects of treadmill training on gait in hemiparetic patient, *Phys Ther*, 70, 549-560, 1990.

Werner C, Frankenberg S, Treig T, et al : Treadmill training with partial body weight support and an electromechanical gait trainer for restoration of gait in subacute stroke patients, *Stroke*, 33(12), 2895-2901, 2002.