

## 편마비 환자에서 트레드밀 보행훈련이 보행에 미치는 효과 - 지면 보행훈련과의 비교 -

강동성심병원 물리치료실 · 제주 한라대학 작업치료과<sup>1)</sup>

김현희 · 허진강 · 양영애<sup>1)</sup>

### Effects of Treadmill Gait Training on Gait Patterns in Hemiplegic Patients : comparison with conventional gait training

Hee-Hyun Kim · Jin-Gan Hur · Young-ae Yang<sup>1)</sup>

*Dept. of Physical Therapy, Kangdong Sacred Heart Hospital*

*Dept. of Occupational Therapy, Jeju Halla College<sup>2)</sup>*

#### - ABSTRACT -

The aim of this study was to investigate the effects of treadmill gait training on the functional characteristics and the temporal-distance parameters of gait in hemiplegic patients, as compared with conventional gait training. The subjects of this study were 32 hemiplegic patients who had been admitted or were visited outpatients at Kangdong Sacred Heart Hospital, Hallym University, from March 3 through April 25, 2003. These subjects were randomly divided into treadmill gait training group or conventional gait training group. We evaluated the gait ability, motor functions, muscle strength, spasticity, physiological cost index, and temporal-distance parameters. We analyzed the changes between pre and post training in each groups, and the difference between two groups. Temporal-distance parameters were obtained using the ink footprint method and then energy consumption using physiological cost index.

The results were as follows:

1. After a six-week training, treadmill gait training group significantly improved, as compared to pre-training, in gait ability, motor functions for the leg and trunk and gross function, muscle strength of the lower limb, gait speed, cadence, step length both on the affected and on the unaffected side, step length symmetry, and energy consumption( $p<0.05$ ).
2. After a six-week training, conventional gait training group significantly improved, as compared to pre-training, in gait ability, motor functions for the leg and trunk, muscle strength of the lower limb, spasticity

the upper limb, gait speed, cadence, step length both on the affected and on the unaffected side, and energy consumption( $p<0.05$ ).

3. After a six-week training, the treadmill gait training group significantly improved, as compared to the conventional gait training, in gait speed and step length on the unaffected side.

These results show that treadmill gait training was improved gait speed and step length on the unaffected side of hemiplegic patients, as compared with conventional gait training. Further research is needed to confirm the generalization of these findings and to identify which hemiplegic patients might benefit from treadmill gait training.

**Key word :** Hemiplegia, Treadmill gait training, Gait

## I. 서 론

뇌졸중은 악성종양 및 심장질환과 더불어 사망원인 중 가장 많은 부분을 차지하는 질환으로, 통계청에 따르면 매년 약 6만 명 이상의 뇌졸중 환자가 발생하며, 현재 약 20만 명 이상의 사람들이 뇌졸중으로 고통받고 있다. 급성기에 생존한 사람의 80% 정도에서 보행은 가능하나 기능적 보행 수준을 위해 지속적인 재활치료가 요구된다. 뇌졸중 환자는 근 약화, 비정상적인 근 긴장과 비정상적인 운동 양상으로 인해 운동조절을 하는데 있어서 문제를 가지게 되며(Sharp와 Brouwer, 1997), 이러한 이유로 보행, 계단 오르기, 일상생활활동 같은 기능적 활동을 수행하는 능력이 제한되고, 적절한 재활 치료를 받는 환자일지라도 대부분 장애가 남게 된다(Duncan, 1994).

중추신경계 손상 후 보행훈련의 고전적 치료법은 정적인 상태에서 체중부하나 체중이동, 그리고 균형훈련 등을 시행하는 것으로(Johnson, 1976; Knutsson과 Richards, 1979), 근육 수축양상 및 환자의 일반적 상태의 호전에도 불구하고 치료 후에도 이상보행이 계속 남게된다(Hesse 등, 1994).

최근들어 편마비 환자의 보행양상을 증진시키는 트레드밀 보행훈련이 새로운 치료적 접근법으로 이용되고 있다(Hassid 등, 1997; Hesse 등, 1999). 기존

에 트레드밀은 임상에서 심폐장애를 가진 환자들을 검사하기 위해서 사용되어져왔으나(Fardy 등, 1980), 최근들어 트레드밀 보행훈련이 임상적으로 편마비 환자나 보행장애를 가진 환자의 재활에 이용되고 있으며(Visintin 등, 1998; Hesse, 1995), 일반적 치료와 병행하여 실시한 트레드밀 보행훈련은 보행특성의 결과에 유의할만한 향상을 보고하고 있다(Dobkin, 1999; Hesse, 1999).

Waagford 등(1990)은 트레드밀 보행훈련이 편마비 환자가 보행하는 동안 환측 하지의 입각기를 길게하여 전측 하지의 보장을 증가시키고 결과적으로 대칭적인 보행 패턴을 촉진시키는 효과가 있다고 하였고, Hesse 등(1990)은 편마비 환자에게 부분적 체중지지로 트레드밀 보행훈련을 하는 것이 일반적 지면 보행훈련을 하는 것보다 환측 하지의 체중지지 기간을 연장시키고, 대칭적 자세를 향상시키며, 족저굴곡근 경직을 감소시켜 족저굴곡근의 일정한 활성 양상을 유발시킴으로 균형훈련에도 도움이 된다고 주장하였다.

환자는 기능적이고 목표-지향적(task-oriented)인 접근 방법인 트레드밀 위에서 겪는 동안 보행의 3가지 기본 요소(체중지지, 걸음, 균형)를 통합할 수 있게 된다(Winter, 1989). 트레드밀은 하지에 체중지지와 곧은 자세로 기능적이고 반복적인 걸음을 내딛을 수 있도록 자극한다. 실제적 보행을 통한 보행훈련

이 보행을 재학습하기 전에 독립적 보행 요소의 조절을 강조하는 일반적 접근보다 보행능력의 향상을 가져왔다(Winstein 등, 1989). 그리고 편마비 환자의 보행준비를 위해 체중지지와 체중이동에 초점을 맞춘 일반적 보바스 접근(Bobath, 1978)보다 트레드밀 보행훈련이 보행능력을 향상시켰다고 하였다(Hesse 등, 1995). 그러나 트레드밀 보행훈련이 다른 보행 치료와 비교하여 실제적인 우월성을 가졌는지는 아직까지도 논란이 되고 있다.

이에 본 연구는 트레드밀 보행훈련이 고식적인 지면 보행훈련에 비해 보행에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기자 32명의 편마비 환자를 대상으로 트레드밀 보행훈련과 일반적 지면 보행훈련을 시행하여 편마비 환자의 기능적 특성과 보행의 시공간적 지표를 비교 분석하였다.

## II. 연구방법

### 1. 연구대상 및 연구기간

본 연구는 뇌졸중이나 외상성 뇌손상으로 인하여 편마비로 진단받고 한림대학교 강동성심병원에서 입원중이거나 통원치료를 받는 32명의 환자를 대상으로 하였다.

본 연구에 참가한 환자는 모든 실험 과정에 동의하고 연구에 자발적으로 참여한 환자로 선정기준은 다음과 같다.

- 1) 뇌졸중, 외상성 뇌손상으로 인하여 보행 장애를 가진 편마비 환자
- 2) 의학적으로 혈압이나 심박동수가 안정적이고 의사소통이 가능한 환자
- 3) 발병 후 3개월 이상 경과한 환자
- 4) 하지의 심각한 감각손실이 없는 환자
- 5) 하지에 관절 구축이 없고, 정형외과적 문제가 없는 환자
- 6) 경도나 중도의 보조를 받으며 적어도 0.2km/hr 속도 이상으로 2분 이상 보행 할 수 있는 능력

### 이 있는 환자

배제기준은 다음과 같다.

- 1) 지속적으로 트레드밀 보행훈련을 하고 있거나 경험이 있는 환자
- 2) 운동장애나 관절증, 고관절 전치환술 등의 다른 신경학적 또는 정형외과적 장애가 있는 환자
- 3) New York Heart Association grade 2 이상의 분류로 심장결합이 있는 환자
- 4) 지각장애, 눈에 띄는 인지장애, 실행증, 감각성 실어증, 주의 집중에 문제를 가진 환자

본 연구는 2003년 2월 24일부터 2월 28일까지 위의 조건에 합당한 5명을 대상으로 예비실험을 실시한 후 2003년 3월 3일부터 4월 25일까지 대상자 전원을 대상으로 본 연구를 실시하였다.

### 2. 연구방법

본 연구는 모든 대상자를 무작위로 트레드밀 보행훈련군과 지면 보행훈련군으로 배정하여 6주간의 보행훈련을 실시하였다. 연구 대상자는 훈련전과 6주 훈련후 2번의 검사를 받았으며, 훈련기간동안 트레드밀 보행훈련군과 지면 보행훈련군의 모든 대상자는 일주일에 5회, 1회에 30분간의 보바스 개념에 기초한 물리치료를 집단 구분을 모르는 보바스 전문 물리치료사에게 받았다.

보편적 물리치료와 함께 모든 환자는 또 다른 치료사에게 일주일에 5회의 보행 훈련(총30회)을 받았다. 지면 보행훈련군의 보행훈련은 환자에 따라서 보조기나 치료사의 보조를 받으며 편안한 속도로 10분 동안 지면을 보행하였으며, 필요시에는 휴식시간을 가졌다. 트레드밀 보행훈련군의 보행 훈련은 모터로 동작되는 트레드밀(Intertrack 6200, Taeha Inc, Korea)에서 10분 동안 편안한 속도로 걷도록 하였다. 치료사는 트레드밀 보행훈련 시작 전에 체중 이동과 골반 회전을 할 수 있도록 체간과 골반을 붙잡아주고, 트레드밀 보행훈련동안 환자는 필요에 따라 한 명이나 두 명의 치료사의 보조를 받았으며, 장애

가 심하여 두 명의 치료사와 함께 훈련하는 경우, 한 명은 트레드밀 양쪽 가에 발을 올려놓고 환자 뒤에 서서 환자가 걷는 동안 적절한 체간 정렬과 체중 이동을 보조해주고, 다른 한 명은 마비측 하지 옆에 위치하여 유각기와 입각기 동안 발걸음과 하지 조절을 보조해주었다. 트레드밀 속도는 지면보행동안 환자가 선택한 적절한 보행 속도를 선택하며, 트레드밀은 0.1km/hr에서 시작하여 0.1km/hr씩 증가하였다.

Ink footprint 방법은 다음과 같이 실시하였다.

- 1) 평평한 물리치료실 바닥에 길이 9m, 폭 0.8m의 흰색 벽지를 깔고 테이프로 바닥에 잘 고정시킨 다음 양 끝 1.5m에 선을 그어 초기 가속과 말기 감속에 영향을 받지 않는 중간 6m를 표시하였다.
- 2) 보행전 검사자는 환자에게 “편안하게 걸으세요”라고 말하였다.
- 3) 검사시 환자가 편안하게 걸을 수 있도록 주위에 가족과 검사자 이외에는 없도록 하였다.
- 4) 환자가 상황에 익숙해지도록 벽지 위에서 1회 왕복하여 걷게 하였다.
- 5) 바로 선 자세에서 환자에게 처음 지시한 사항과 동일하게 “편안하게 걸으세요”라고 말한다. 이때, 보행 속도는 전자초시계(digital stopwatch)를 이용하여 중간 6m 영역에 첫 번째 걸음의 발끝 닿기부터 중간 6m 영역 밖으로 첫 번째 걸음의 발끝 닿기까지 걸린 시간을 측정하였고, 분속수는 중간 6m 영역에 측정된 보행 시간동안 걸은 걸음수로 측정하며 분당 걸음수로 기록한다. 중간 6m 영역에 3쌍의 발자국을 가지고 보장, 보폭을 측정하였다.

### 3. 분석방법

평가검사시 각 항목별 내용을 SAS(Statistical Analysis System)를 이용하여 통계처리 하였다. 트레드밀 보행훈련과 지면 보행훈련의 보행훈련 전·후의 보행능력, 운동기능, 근력, 경직, 생리적 소비지수,

시공간적 지표의 변화는 paired t test를 이용하여 분석하였고, 트레드밀 보행훈련과 지면 보행훈련간의 차이를 비교하기 위해서 independent t test를 이용하여 분석하였다. P value가 0.05 미만인 것을 통계학적으로 의의 있는 것으로 하였다.

## III. 연구결과

### 1. 연구 대상자의 특성

연구대상자 32명 중 트레드밀 보행훈련군은 남자가 10명(66.7%), 여자가 5명(33.3%)이었고, 지면 보행훈련군은 남자가 14명(82.3%), 여자가 3명(17.7%)이었다. 연령 분포는 34세에서 80세까지였으며, 트레드밀 보행훈련군의 평균 연령은 57.4세였고 지면 보행훈련군의 평균 연령은 57.2세였다. 트레드밀 보행훈련군은 뇌경색 3명(20%), 뇌출혈 12명(80%)이었으며, 지면 보행훈련군은 뇌경색 8명(47.1%), 뇌출혈 9명(52.9%)이었다. 마비측을 보면 트레드밀 보행훈련군은 우측 편마비 9명(60%), 좌측 편마비 6명(40%)이었으며, 지면 보행훈련군은 우측 편마비 9명(52.9%), 좌측 편마비 8명(47.1%)이었다. 유병기간은 4개월에서 19개월까지였으며 트레드밀 보행훈련군의 유병기간은 평균 7.9개월이었고 지면 보행훈련군의 유병기간은 평균 8.2개월이었다. 성, 연령, 진단명, 마비측, 유병기간은 두 군간에 통계적 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 1).

Table 1. Subject Characteristics

Characteristics	Treadmill training(n=15)		Conventional gait training(n=17)	
	No. of cases	%	No. of cases	%
Gender				
Male	10	66.7	14	82.3
Female	5	33.3	3	17.7
Age(years)				
~40	0	0.0	1	5.9
41~50	2	13.3	3	17.6

51~60	9	60.0	6	35.3	Step length symmetry(%)	157.72±70.20	139.99±70.08	0.487
61~	4	26.7	7	41.2	Stride width(cm)	16.02±3.86	15.97±3.74	0.968
<b>Diagnosis</b>								
Infarction								
Hemorrhage	3	20.0	8	47.1				
<b>Side of hemiplegia</b>								
Right	12	80.0	9	52.9				
Left	6	40.0	8	47.1				
<b>Duration(months)</b>								
3~5	8	53.3	7	41.2				
6~12	3	20.0	8	47.0				
13~	4	26.7	2	11.8				

Values are mean±SD.

FAC, Functional Ambulatory Category; RMALT, Rivermead Motor assessment(leg and trunk); RMAG, Rivermead Motor Assessment(gross function); MILL, Motricity Index(lower limb); MAS, Modified Ashworth Spasticity Scale; PCI, Physiological Cost Index.

\*p&lt;0.05

### 3. 트레드밀 보행훈련군의 보행훈련 후의 변화

## 2. 트레드밀 보행훈련군과 지면 보행훈련군의 보행훈련전의 비교

트레드밀 보행훈련군과 지면 보행훈련군의 보행훈련 전의 두 군간의 보행능력, 운동기능, 근력, 경직, 생리적 소비지수, 시공간적 지표는 두 군간에 통계적으로 유의한 차이가 없었다(Table 2).

Table 2. Comparison between two groups before gait training

Variable	Treadmill training (n=15)	Conventional gait training (n=17)	p Value
FAC	2.20±0.86	2.24±0.90	0.911
RMALT	6.00±2.17	5.24±2.28	0.341
RMAG	6.07±2.32	6.06±2.73	0.993
MILL	39.93±15.71	42.35±20.27	0.711
MAS(elbow flexor)	1.20±0.86	1.71±0.99	0.135
MAS(ankle plantarflexor)	2.00±0.85	2.18±1.01	0.600
PCI(beats/m)	1.47±0.62	1.20±0.49	0.180
Speed(m/s)	0.25±0.08	0.26±0.09	0.613
Cadence(steps/min)	53.00±13.96	56.11±16.16	0.566
Step length(cm)	18.52±7.13	21.48±7.85	0.275
Unaffected	25.56±7.30	26.54±9.78	0.754
Affected	18.52±7.13	21.48±7.85	0.275

Table 3. Comparison between before and after treadmill gait training

Variable	Before training	After training	p value	
FAC	2.20±0.86	2.73±0.70	0.001*	
RMALT	6.00±2.17	6.40±2.03	0.028*	
RMAG	6.07±2.32	6.67±2.38	0.003*	
MILL	39.93±15.71	46.47±14.51	0.017*	
MAS(elbow flexor)	1.20±0.86	1.33±0.82	0.164	
MAS(ankle plantarflexor)	2.00±0.85	2.07±0.88	0.334	
PCI(beats/m)	1.47±0.62	0.96±0.43	0.008*	
Speed(m/s)	0.25±0.08	0.36±0.12	0.000*	
Cadence(steps/min)	53.00±13.96	60.80±15.69	0.018*	
Step length(cm)	Unaffected	18.52±7.13	30.23±7.02	0.000*
Affected	25.56±7.30	31.81±6.51	0.000*	
Step length symmetry(%)	157.72±72.20	108.73±25.33	0.006*	
Stride width(cm)	16.02±3.86	14.39±3.39	0.077	

Values are mean $\pm$ SD.

FAC, Functional Ambulatory Category; RMALT, Rivermead Motor assessment(leg and trunk); MAG, Rivermead Motor Assessment(gross function); MILL, Motricity Index(lower limb); MAS, Modified Ashworth Spasticity Scale; PCI, Physiological Cost Index.

\*p<0.05

#### 4. 지면 보행훈련군의 보행훈련 후의 변화

대단위 운동기능과 족저굴곡근 경직을 제외한 보행능력, 대단위 운동기능, 하지와 체간의 운동기능, 하지 근력, 주관절 굽곡근 경직, 보행속도, 분속수, 건축과 환축의 보장, 보폭이 통계적으로 유의하게 증가하였으며, 생리적 소비지수는 유의하게 감소하였다(Table 4).

Table 4. Comparison between before and after conventional gait training

Variable	Before training	After training	p value
FAC	2.24 $\pm$ 0.90	2.59 $\pm$ 1.00	0.009*
RMALT	5.24 $\pm$ 2.28	5.94 $\pm$ 2.30	0.000*
RMAG	6.06 $\pm$ 2.73	6.35 $\pm$ 2.87	0.056
MILL	42.35 $\pm$ 20.27	44.94 $\pm$ 19.21	0.007*
MAS(elbow flexor)	1.71 $\pm$ 0.99	1.94 $\pm$ 1.09	0.041*
MAS(ankle plantarflexor)	2.18 $\pm$ 1.01	2.06 $\pm$ 0.83	0.332
PCI(beats/m)	1.20 $\pm$ 0.49	1.07 $\pm$ 0.40	0.499
Speed(m/s)	0.26 $\pm$ 0.09	0.29 $\pm$ 0.09	0.008*
Cadence(steps/min)	56.11 $\pm$ 16.16	59.41 $\pm$ 16.75	0.009*
Step length(cm)			
Unaffected	21.48 $\pm$ 7.85	24.45 $\pm$ 7.40	0.000*
Affected	26.54 $\pm$ 9.78	29.24 $\pm$ 8.50	0.017*
Step length symmetry(%)	139.99 $\pm$ 70.08	128.91 $\pm$ 48.41	0.241
Stride width(cm)	15.97 $\pm$ 3.74	14.59 $\pm$ 2.87	0.005*

Values are mean $\pm$ SD.

FAC, Functional Ambulatory Category; RMALT,

Rivermead Motor assessment(leg and trunk); RMAG, Rivermead Motor Assessment(gross function); MILL, Motricity Index(lower limb); MAS, Modified Ashworth Spasticity Scale; PCI, Physiological Cost Index.

\*p<0.05

#### 5. 트레드밀 보행훈련군과 지면 보행훈련군의 보행훈련 후의 비교

트레드밀 보행훈련군에서 보행속도는 0.36m/s이며, 지면 보행훈련군의 보행속도 0.29m/s와 비교하여 통계적으로 유의하며 증가하였다. 트레드밀 보행훈련군의 건축 보장은 30.23cm이며, 지면 보행훈련군의 건축 보장 24.45cm와 비교하여 통계적으로 유의하며 증가하였다(Table 5).

Table 5. Comparison between two groups after gait training

Variable	Treadmill training (n=15)	Conventional gait training (n=17)	p value
FAC	2.73 $\pm$ 0.70	2.59 $\pm$ 1.00	0.644
RMALT	6.40 $\pm$ 2.03	5.94 $\pm$ 2.30	0.557
RMAG	6.67 $\pm$ 2.38	6.35 $\pm$ 2.87	0.741
MILL	46.47 $\pm$ 14.51	44.94 $\pm$ 19.21	0.804
MAS(elbow flexor)	1.33 $\pm$ 0.82	1.94 $\pm$ 1.09	0.087
MAS(ankle plantarflexor)	2.07 $\pm$ 0.88	2.06 $\pm$ 0.83	0.980
PCI(beats/m)	0.96 $\pm$ 0.43	1.07 $\pm$ 0.40	0.463
Speed(m/s)	0.36 $\pm$ 0.12	0.29 $\pm$ 0.09	0.048*
Cadence(steps/min)	60.80 $\pm$ 15.69	59.41 $\pm$ 16.75	0.811
Step length(cm)			
Unaffected	30.23 $\pm$ 7.02	24.45 $\pm$ 7.40	0.031*
Affected	31.81 $\pm$ 6.51	29.24 $\pm$ 8.50	0.348
Step length symmetry(%)	108.73 $\pm$ 25.33	128.91 $\pm$ 48.41	0.146
Stride width(cm)	14.39 $\pm$ 3.39	14.59 $\pm$ 2.87	0.857

Values are mean $\pm$ SD.

FAC, Functional Ambulatory Category; RMALT,

Rivermead Motor assessment(leg and trunk); RMAG, Rivermead Motor Assessment(gross function); MILL, Motricity Index(lower limb); MAS, Modified Ashworth Spasticity Scale; PCI, Physiological Cost Index.

\* $p<0.05$

## IV. 고 찰

### 1. 연구방법에 대한 고찰

편마비 환자는 비대칭적 자세, 균형반응 장애, 보행 능력 저하, 그리고 섬세한 기능을 행하는 운동능력 상실 등과 같은 문제점을 가지게 되며(Carr과 Shepherd, 1985), 정상적인 보행이 어렵다. 이러한 편마비 환자에게 특징적인 보행양상은 느린 보행주기와 보행속도, 환측 보장과 전측 보장간의 차이, 환측의 짧은 입각기와 상대적으로 긴 유각기 등이다(Ryerson과 Levit, 1997).

이러한 비정상적인 보행 특성의 개선을 위한 치료로 트레드밀 보행훈련을 일반적 지면 보행훈련과 비교함으로 트레드밀 보행훈련이 보행에 미치는 영향을 기능적 특성과 보행의 시공간적 지표 통해 비교 분석하였다.

편마비 환자들의 기능을 평가하는데 있어서 보행은 가장 중요한 요소이며, 보행의 평가에 있어서 지금까지 알려진 가장 좋은 방법으로 두 가지가 있는데, 하나는 보행의 질적인 정보를 얻는데 유익한 삼차원적 분석이 가능한 컴퓨터화된 동작분석 방법이 있으나, 이 방법은 비용이나 유용성에 있어서 일반적으로 사용하기에는 문제가 많다. 다른 하나는 보행의 양적인 정보를 얻는데 유익한 부분거리 측정방법이 있으며, 이 방법은 임상에서 반복적으로 용이하게 이용할 수 있는 방법중의 하나로 보행속도나 활보장과 같은 보행요소를 측정하기 위해 사용한다(Boenig, 1977; Robinson과 Smidt, 1981; Hageman과 Blanke, 1986). Shores (1980)는 부분거리 측정법

이 비용면에서 저렴하며 쉽게 배울 수 있는 장점을 가졌다고 하였으며, 부분거리 측정법을 이용한 보행분석시 결과를 기록, 분석하는 방법들 중 정확하고 신뢰성 있는 방법으로는 간헐적 사진촬영법과 ink footprint 방법 등이 있다(Boenig, 1977; Holden 등, 1984).

본 연구에서는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 보행요소를 측정하기 위하여 간헐적 사진 촬영법보다 경제적이고 간편한 ink footprint를 이용하였다.

본 연구에서는 편마비 환자의 보행특성과 함께 기능적 특성도 평가하였는데, Hesse 등(1994)은 Functional Ambulatory Category는 앓기, 서기, 이동, 의자차 이동과 같은 운동기능의 향상을 포함하지 않고 단순히 보행능력의 평가에만 제한된다고 하였으며, Motricity Index가 변화하지 않는 것은 기능적 향상은 바로누운 자세에서 검사하는 수의적 근 활성의 증가로 설명할 수 없다고 하였다.

Collen(1990)은 Functional Ambulatory Category, Rivermead Motor Assessment Score의 측정자내 신뢰도가 0.9이상이었다고 하였고, Motricity Index는 0.84이며 Modified Ashworth Scale은 0.81이었다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 측정자내 신뢰도에 대해서 알아보지 못하였다.

본 연구에서 가장 큰 고려사항은 두 보행훈련군에서 동일한 훈련시간을 유지하는 것이다. 그러나 실제적으로는 트레드밀 보행훈련군이 지면 보행훈련군에 비해 목표-지향적 훈련을 받을 가능성이 크다. 고정된 면에서의 보행은 환자가 피곤을 느낄 때 보행 속도가 늦춰질 수 있으므로 지속적인 보행속도를 유지할 수 없는 특징이 있다. 반면에 트레드밀 보행훈련은 환자가 고정된 속도를 유지하지 못할 때까지 지속되며 휴식기간 전까지 보행을 강요한다. 그러므로 동일한 보행시간동안 트레드밀 보행훈련군이 더 많은 실제적인 보행주기를 실시하므로 더 집중적 목표-지향적 훈련을 받는다고 할 수 있다.

## 2. 연구결과에 대한 고찰

정상 보행이란 조화된 사지의 운동을 통해 최소한의 에너지를 소모하면서 부드럽고 효과적으로 신체의 무게 중심을 앞쪽으로 이동시키는 것을 말한다 (김미정 등, 1994). 편마비 환자에게서 기능적인 보행능력의 습득은 중요한 도전으로 남아있으며(Offir 와 Sell, 1980), 보행이 기능적 독립생활의 중요한 요소이기 때문에 재활치료의 주요 목표로 삼고 있다 (Zachazewski 등, 1982).

특징적으로 편마비 환자들은 기능적 보행능력, 균형, 보행속도, 보폭, 시간적 보행 패턴, 근 활동 패턴에 장애를 가지고 있으며, 고위중추 통합기능의 손상과 운동감각 통로의 손상으로 인해 근긴장도를 적절히 조절하지 못해 선택적인 운동조절기능을 방해 받는다(Davies, 1985). 이러한 임상증상으로 인해 편마비 환자들의 일반적인 보행양상은 보행시 보행속도가 느리고, 환측으로 체중이동이 부적절해지는 등 좌우 비대칭적인 보행유형이 나타난다.

이에 본 연구에서는 편마비 환자에게 트레드밀 보행훈련을 적용하여 편마비 환자의 보행에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보았다. 그 결과 트레드밀 보행훈련이 일반적 지면 보행훈련에 비하여 보행훈련 후 보행속도와 건축의 보장을 증가시키는 것을 알 수 있었다.

보행속도는 뇌졸중 환자의 보행에 관한 연구중에서 가장 기초가 되며, 보행요소 중에서 가장 중요한 지표라고 하였다(Wagenaar와 Beek, 1992). 선행연구는 다양한 환경과 사회에서 도보자로써 가능한 충분한 보행속도를 평균 1.1m/s에서 1.5m/s라고 하였다. 그러나, 국내 연구들 중 편마비 환자의 평균 보행속도를 살펴보면, 편안한 속도로 걸었을 때 0.45m/s(이윤경, 1996), 0.46m/s(김봉옥 등, 1996), 0.72m/s(이정원, 1997), 0.39m/s(김종만, 1995)등이었다. 본 연구에서 보행훈련 전의 트레드밀 보행훈련군과 지면 보행훈련군의 보행속도는 0.25m/s, 0.26m/s로 선행연구와 차이를 나타냈는데 이는 연구에 참여한 환자의 일반

적, 신경학적 상태 등이 서로 다르기 때문이라고 사료된다. 본 연구에서도 역시 보행훈련 후의 트레드밀 보행훈련군의 보행속도는 0.12m/s 빨라졌고, 지면 보행훈련군은 0.03m/s 빨라졌으나, 두 군간의 비교에서 트레드밀 보행훈련군이 지면 보행훈련군에 비해 통계적으로 유의하게 증가함을 알 수 있었다. 그러나, Hesse 등(1999)은 트레드밀 보행훈련시 고관절 신전의 증가로 보행시 대청성이 향상되며 마비측 하지의 단일 입각기가 길어져 분속수가 감소하며, 보행속도가 느려진다는 상반된 결과를 제시하였으며, Waagfjord 등(1990)은 역시 마비측 하지에 입각기가 증가하여 보행속도가 감소할 수 있으며, 이 감소된 속도는 기능의 소실이라기 보다는 보행능력의 향상이라고 본 연구와는 상반된 결과를 제시하였다. 이는 아마도 기존의 연구와 본 연구의 편마비 환자의 보행훈련 전 보행속도가 많은 차이가 있기 때문이라 생각되며, 좀 더 다양한 보행속도에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

Waagfjord 등(1990)은 건축 보장의 증가와 대청적 보장은 환자의 마비측 하지의 기능이 향상되었음을 나타내며, 마비측 하지에 입각기를 증가시키면 정상 측 하지에 더 긴 걸음을 뗄 수 있다고 하였다. 본 연구에서는 보행훈련 후에 트레드밀 보행훈련군의 건축과 환측의 보장이 11.71cm와 6.25cm 통계적으로 유의하게 증가하였으며, 지면 보행훈련군의 건축과 환측의 보장은 2.97cm와 2.7cm 통계적으로 유의하게 증가하였나 두 군간의 비교에서 트레드밀 보행훈련군이 지면 보행훈련군과 비교하여 건축 보장이 통계적으로 유의하게 증가함을 알 수 있었다. 이는 4명의 편마비 환자의 트레드밀 보행훈련에서 더 균형잡힌 보행을 했다는 Hassid 등(1997)의 연구와 비슷한 결과를 얻은 것이다. 이와 같이 마비측 하지에서 나타나는 입각기의 감소는 편마비 환자의 전형적 걸음걸이이기 때문에 이런 보행 변수를 향상시키는 것이 특별히 요구된다.

효과적인 보행은 최소의 에너지로 걸을 수 있는 것을 의미한다(Downey 등, 1994). 정상인은 단위 거

리당 소모되는 에너지를 최소화하기 위한 방식과 속도로 걷는다. 이런 보행 방식과 속도를 벗어나게 되면 에너지 소모가 증가되는데 즉, 장애를 갖는 환자는 에너지소모를 정상인보다 더 많이 하게되므로 이러한 환자에게 치료적 운동을 시키거나 보행훈련을 할 때 에너지 소모는 중요한 관심대상이 된다. 운동 강도에 따른 에너지 요구량을 알기 위한 방법으로 산소 소모량 측정이 흔히 이용되는데 기구 장착의 번거로움 등의 이유로 임상영역에서 쉽게 이용되지 못하고 있다. 반면 Physiological Cost Index(PCI)는 측정이 쉬운 변수인 심박수를 이용한 것으로 에너지 소모를 보다 쉽게 알아볼 수 있다(Blessy, 1978).

PCI의 감소는 동일한 에너지 소비를 하고 환자가 더 먼 거리를 보행할 수 있는 능력이 생기는 것이다. 본 연구에서 트레드밀 보행훈련군과 지면 보행 훈련군의 보행훈련 후의 PCI는 0.51beats/m와 0.13beats/m 통계적으로 유의하게 감소하였으나 두 군간의 비교에서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 이는 트레드밀에서 스스로 정한 편안한 속도로 보행 시에는 지면 보행훈련과 비교하여 동일한 에너지 소비 수준을 보임을 추정할 수 있으며, 스스로 선택한 편안한 보행 속도로 트레드밀에서 걷는 편마비 환자는 지면 보행시와 동일한 양의 에너지를 소비하며 지면 보행의 운동학적, 운동역학적 훈련을 할 수 있을 것이라 생각된다.

본 연구에서 편마비 환자에 대한 6주간의 트레드 밀 보행훈련이 동일한 기간 동한 시행한 일반적 지면 보행훈련보다 보행속도와 건축 보장을 증가시키는 것을 알 수 있었다. 이 훈련 방법이 누구에게나 효과적인 방법은 아니지만, 본 연구의 결과는 트레드밀 보행훈련이 일반적 지면 보행훈련에 비하여 보행 향상에 효과적임을 나타내었다.

### 3. 연구의 제한점

본 연구는 한림대학교 강동성심병원에 입원 또는 통원치료를 받고 있는 환자 중 본 연구의 선정기준

을 충족시키는 일부 환자를 대상으로 하였고, 연구 대상자가 32명으로 많지 않았고, 보행훈련 시간 선정에 대한 명확한 근거기준이 설정되어 있지 않았으며, 유병기간이 4개월에서 19개월까지로 보행능력 회복을 위한 예후가 가장 좋은 시기는 아니였지만, 6개월 미만의 보행능력 회복이 빠른 단기 환자가 트레드밀 보행훈련군에서 53.3%, 지면 보행훈련군에서 41.2%가 있었으므로 연구결과에 영향을 미쳤음을 배제할 수는 없기 때문에 본 연구의 결과를 모든 편마비 환자들에게 일반화하여 해석하기에는 제한이 있다. 그러나 연구결과 트레드밀 보행훈련이 일반적 지면 보행훈련과 비교하여 편마비 환자의 보행속도를 증가시키고 건축 보장을 증가시키는 것을 볼 수 있었다. 이와 같이 트레드밀을 통한 보행훈련이 편마비 환자의 보행에 효과적임을 알 수 있었으며, 이러한 결과를 토대로 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

그러나 본 연구에서 사용된 ink footprint를 이용한 부분거리 측정법이 검사-재검사 신뢰도 계수와 검사 시간 신뢰도 계수가 높게 나왔으나 보행의 질적인 요소를 분석할 수 없다는 제한점을 갖고 있다.

앞으로 트레드밀 보행훈련에 참여할 수 있는 환자의 특성과 비율을 결정하고, 환자의 병소, 유병기간, 초기 실행능력에 따라 환자의 상태를 범주화하여 동일한 표본을 대상으로 의미있는 결론을 가져올 수 있는 많은 수의 환자를 분석하는 것이 필요하다. 또한, 트레드밀 보행훈련에 따른 결과와 결과에 대한 관련성을 타당화하여 여러 가지 치료 방법에 의해 나오는 결과와 비교, 분석하여 다양한 환자군에 대한 트레드밀 보행훈련의 효과에 관한 정보를 제공해야 할 것으로 생각된다.

## V. 결 론

트레드밀 보행훈련이 편마비 환자의 보행에 미치는 영향을 알아보기 위하여 한림대학교 강동성심병원에서 재활치료를 받고 있는 32명의 편마비 환자를

대상으로 6주간의 트레드밀 보행훈련과 일반적 지면 보행훈련 후의 기능적 특성과 시공간적 지표를 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 트레드밀 보행훈련군은 보행훈련 전에 비하여 훈련 후 보행능력, 대단위 운동기능, 하지와 체간의 운동기능, 하지의 근력, 보행속도, 분속수, 건축과 환축의 보장, 보장 대칭성이 통계적으로 유의하게 증가하였으며, 에너지 소모는 유의하게 감소하였다( $p<0.05$ ).
2. 지면 보행훈련군은 보행훈련 전에 비하여 훈련 후 보행능력, 하지와 체간의 운동기능, 하지의 근력, 상지의 경직, 보행속도, 분속수, 건축과 환축의 보장이 통계적으로 유의하게 증가하였으며, 에너지 소모는 유의하게 감소하였다( $p<0.05$ ).
3. 트레드밀 보행훈련군과 지면 보행훈련군의 보행 훈련 후의 두 군간의 비교에서 트레드밀 보행훈련군에서 보행속도와 건축의 보장이 지면 보행훈련군보다 유의하게 증가하였다( $p<0.05$ ).

이상의 결과로 보아 트레드밀 보행훈련이 일반적 지면 보행훈련에 비하여 편마비 환자의 보행속도를 향상시키며, 건축의 보장을 증가시키는 것을 알 수 있었다. 본 연구의 결과는 트레드밀 보행훈련이 편마비 환자의 보행특성을 향상시키는데 효과적일 수 있다는 것을 제안해 준다.

앞으로 연구는 본 연구에서 보여준 트레드밀 보행훈련의 효과를 확인하는 것이 필요하며, 병변후에 트레드밀 보행훈련을 시작하여 보행 능력을 극대화 할 수 있는 최적의 시기를 확인하는 것이 필요하다. 또한, 많은 수의 환자를 대상으로 장기간동안 트레드밀 보행훈련의 정보를 수집하여 분석하는 것이 필요하며, 단순한 보행특성의 측정뿐만 아니라 보행에 관련된 다양한 보행지표와 산소소모량 등 보다 직접적이며 정밀한 보행분석이 필요할 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- 김미정, 이수아, 김상규 등. 뇌졸중 환자의 보행 관찰 연구. 대한재활의학회지, 18: 736-74, 1994.
- 김봉옥, 홍주현, 윤승호. 편마비 환자에서 보행 중 에너지 소모와 physiological cost index의 유용성. 대한재활의학회지, 20: 39-44, 1996.
- 김종만. 시각 및 청각 되먹임을 통한 하지 체중 이동 훈련이 편마비 환자 보행 특성에 미치는 효과에 관한 연구. 연세대학교 보건대학원, 석사학위 논문, 1995.
- 이윤경. 뇌졸중 환자에서 보행 중 에너지 소모. 연세대학교 보건대학원, 석사학위 논문, 1996.
- 이정원. 편마비 환자의 골반 운동이 하지 체중부하율과 보행특성에 미치는 효과에 관한 연구. 연세대학교 보건대학원, 석사학위 논문, 1997.
- Blessy R. Energy cost of normal walking. Ortho Clin North Am. 9: 356-358, 1978.
- Bobath B. Adult Hemiplegia : Evaluation and Treatment. 2nd ed. London, Heinemann Medical Books, 12-13, 1978.
- Boenig DD. Evaluation of a clinical method of gait analysis. Phys Ther. 57: 795-798, 1977.
- Bohannon RW. Selected determinants of ambulatory capacity in patients with hemiplegia. Clin Rehab. 3: 47-53, 1989.
- Brandstater ME, Bruin HD, Gowland C, et al. Hemiplegic gait : Analysis of temporal variable. Arch Phys Med Rehabil. 64: 583-587, 1983.
- Carr JH, Shepherd RB. Investigation of a new motor assessment scale for stroke patients. Phys Ther. 65(2): 175-180, 1985.
- Collen FM, Wade DT, Bradshaw CM. Mobility after stroke : reliability of measures of impairment and disability. Int Disabil Stud. 12: 6-9, 1990.
- Davies PM. Selective Trunk Activity in the Treatment of Adult Hemiplegia : Right in the

- middle, Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, 1990.
- Davies PM. Step to Follow. Berlin Heidelberg, Springer-Verlag, 1985.
- Dean CM, Richards CL, Malouin F. Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke : a randomized, controlled pilot trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 81: 409-417, 2000.
- Dewald JPA. Sensorimotor neurophysiology and the basis of neurofacilitation therapeutic techniques. In : Brandstater ME, Basmajian JV, eds. *Stroke Rehabilitation*. 1st ed, Baltimore, Md : Williams & Wilkins, 109-183, 1987.
- Downey JA, Myers SJ, Gonzalez EG, Lieberman JS. The physiological basis of rehabilitation medicine. 2nd ed, Stoneham, Butterworth-Heinemann, 413-433, 1994.
- Duncan PW. Stroke disability. *Phys Ther.* 74: 399-407, 1994.
- Fardy PS, Bennet JL, Reitz NL, Williams MA. Cardiac Rehabilitation : Implications for the Nurse and Other Health Professionals. St Louis, Mo : CV Mosby Co, 1980.
- Hageman PA, Blanke DJ. Comparison of gait of young women and elderly women. *Phys Ther.* 66: 1382-1387, 1986.
- Friedmann PJ. Gait recovery after hemiplegic stroke. *Int Disabil Stud.* 12: 119-122, 1990.
- Hassid E, Guttry M, Dobkin BH, et al. Improved gait symmetry in hemiparetic stroke patients induced during body weight-supported treadmill stepping. *J Neuro Rehabil.* 11: 21-26, 1997.
- Hesse S, Bertelt C, Schaffrin A, Malezic M, Mauritz KH : Restoration of gait nonambulatory hemiparetic patients by treadmill training with partial body-weight support. *Arch Phys Med Rehabil.* 75: 1087-1093, 1995.
- Hesse S, Bertelt C, Jahnke MT, Schaffrin A, Baake P, Malezic M, Mauritz KH. Treadmill training with partial body weight support compared with physiotherapy in nonambulatory hemiparetic patients. *Stroke.* 26: 976-981, 1995.
- 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.* 75: 1087-1093, 1997.
- 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. Treadmill training with body weight support in hemiparetic patients : further research needed. *Neurorehabil Repair.* 13: 179-181, 1999.
- Holden MK, Gill KM, Magliozi MR, Nathan J, Peihl-Baker L. Clinical gait assessment in the neurologically impaired : reliability and meaningfulness. *Phys Ther.* 64: 35-40, 1984.
- Johnson M : The stroke patients. *Principles of rehabilitation*. Edinburgh, Scotland : Churchill Livingstone Inc, 1976.
- Knutsson E, Richards C : Different types of disturbed motor control in gait of hemiparetic patients. *Brain.* 102: 405-430, 1979.
- Little H. Gait analysis for physiotherapy departments : a review of current methods. *Physiotherapy.* 67: 334-37, 1981.
- Macko RF, Desouza CA, Treter LD, et al. Treadmill aerobic exercise training reduces the energy expenditure and cardiovascular demands of hemiparetic gait in chronic stroke patients : a preliminary report. *Stroke.* 28: 326-330, 1997.
- Mizrahi J, Susak Z, Heller L, Najenson T. Variation of time-distance parameters of the stride as

- related to clinical gait improvement in hemiplegics. Scand J Rehabil Med, 14: 133-140, 1982.
- Ofir R, Sell H. Orthoses and ambulation in hemiplegia : A ten year retrospective study. Arch Phys Med Rehabil, 61: 216-220, 1980.
- Pohl M, Mehrholz J, Claudia R. Speed-dependent treadmill training in ambulatory hemiparetic stroke patients. Stroke, 33: 553-561, 2002.
- Ralston HJ. Comparison of energy expenditure during treadmill walking and floor walking. J Appl Physiol, 15: 1156-1162, 1960.
- Robinson JL, Smith GL. Quantitative gait evaluation in the clinic. Phys Ther, 61: 351-353, 1981.
- 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: 1231-1236, 1987.
- Shores M. Footprint analysis in gait documentation : An instructional sheet format. Phys Ther, 60: 1163-1167, 1980.
- Visintin M, Barbeau H, Kormor-Bitensky N, Mayo NE. A new approach to retrain gain in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation. Stroke, 29: 1122-1128, 1998.
- Waagfjord J, Levangle PK, Certo CM. Effects of treadmill training on gait in a hemiparetic patients. Phys Ther, 70: 549-560, 1990.
- Wagenaar RC, Beek WJ : Hemiplegic gait : a kinematic analysis using walking speed as a basis. J Biomechanics, 25: 1007-1015, 1992.
- Winstein CJ, Gradmer ER, Mcneal DR, Barto PS, Nicholson DE. Standing balance training : effects on balance and locomotion in hemiparetic adults. Arch Phys Med Rehabil, 70: 755-762, 1989.
- Winter DA. Biomechanics of normal and pathological gait : implication for understanding human locomotor control. J Motor Behavior, 21: 337-356, 1989.
- Zachazewski JE, Eberle ED, Jefferies M. Effect of tone-inhibiting cast and orthoses on gait. Phys Ther, 62: 453-456, 1982.