

리듬청각자극을 동반한 경사 트레드밀 보행훈련이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 미치는 영향: 예비연구

윤성경¹ · 강순희^{2*}

¹한국교통대학교 대학원 물리치료학과, ^{2*}한국교통대학교 물리치료학과

Effects of Inclined Treadmill Walking Training with Rhythmic Auditory Stimulation on Balance and Gait in Stroke Patients: A pilot study

Yoon Sungkyeung, PT¹ · Kang Soonhee, PT, PhD^{2*}

¹Dept. of Physical Therapy, Korea National University of Transportation

^{2*}Professor of Dept. of Physical Therapy, Korea National University of Transportation

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to identify whether inclined treadmill gait training with rhythmic auditory simulation (RAS) could improve on balance and gait in stroke patients.

Method: Fifteen stroke patients who had agreed with the study were allocated to the group 1(n=5), group 2(n=5), or group 3(n=5). The group 1, group 2 and group 3 performed RAS with inclined treadmill gait training, inclined treadmill gait training and treadmill without incline gait training respectively for 3 weeks (30 minutes per session, 5 times in a week).

The balance was assessed using Timed Up & Go (TUG) and Berg Balance Scale (BBS), and the gait was evaluated using 6 Minutes Walking Test (6MWT) and spatio-temporal walking variables as walking speed, cadence, Single Limb Support of affected side(SLS) and Symmetric Index(SI) before and after training.

Result: Both the group 1 and group 2 showed significant improvement after training in all variables of balance and gait. The group 3 showed significant improvement in TUG values, 6MWT values, walking speed, cadence and SI. The changes in the group 1 were significantly greater in all dependent variables of balance and gait than those of the group 2 and group 3. The changes in the group 2 were significantly greater in TUG values, BBS scores, 6MWT values, walking speed, and cadence than those of the group 3.

Conclusion: The result of this study show inclined treadmill gait training with RAS is more effective to improve balance and gait in stroke patients than inclined treadmill or general treadmill gait training without RAS.

Key Words : rhythmic auditory stimulation, inclined treadmill, balance, gait, stroke.

✉교신저자:

강순희, shkang@ut.ac.kr, 010-8363-8642

I. 서론

뇌졸중 환자의 균형과 보행은 오랜 기간 동안 임상적으로 중요하게 연구되어왔다(Bobath, 1990; Perry, 1969). 뇌졸중 환자는 균형의 감소로 인해 자세동요(postural sway)가 심해지고 신체 중심(center of mass)을 정상하지로 편중시켜 안정성을 제공하며 하지의 힘 생산에 있어 비대칭적인 형태를 만든다(Eng & Chu, 2002). 비대칭적인 체중 부하는 외부의 동요에 대해 고관절의 안정성을 유지 시킬 수 있는 균형능력의 감소를 야기시킨다(Dickstein 등, 1994). 정상적인 균형을 유지하기 위해서는 항중력근의 긴장과 상호교대적인 움직임이 필요하다. 그러나 뇌졸중 환자는 경련과 신경의 상호 지배 능력에 제한이 생겨 환측 하지의 족하수, 첨내반, 전반슬, 그리고 슬관절 굴곡이 소실되어 신체의 균형에 문제를 보이게 되고 이것이 특징적으로 편마비의 보행 형태를 보이게 되며 이를 보상하기 위해 체간의 외측굴곡과 회선 보행 등 비정상 패턴으로 보행하게 된다(Perry, 1992).

뇌졸중 이후 환자들 중 60%~80%가 독립적으로 보행이 가능한 것으로 보고되고 있으나(Ada 등, 2003), 느린 보행주기, 보행속도, 환측과 건측의 보폭 차이 그리고 환측의 짧은 입각기와 상대적으로 긴 유각기 등과 같은 특징적인 이상보행 양상을 보인다(Mauritz, 2002). 감소된 보행속도와 지구력으로 인해 가정이나 사회에서 독립적인 이동이 제한되고 일상생활에서 어려움을 겪게 된다(Eich 등, 2004).

이러한 균형 및 보행 향상을 위한 중재방법 중 트레드밀 훈련이 주목을 받고 있는데 이는 평지를 걷는 것과 같은 보행환경을 제공한다고 알려져 있어 현재 임상에서 뇌졸중환자의 보행훈련에 광범위하게 이용되고 있다(Ada 등, 2003). Hesse 등(2001)은 체중을 지지한 상태에서 훈련 시 평지의 보행에서 나타날 수 있는 강직을 감소시켜 평지를 걷는 것 보다 효과적으로 뇌졸중 환자의 보행능력을 향상 시킬 수 있다고 하였다. 그러나 트레드밀 보행훈련은 보행속도, 분속수 등 양적인 면에서는 많은 장점을 가지고 있지만 보행패턴을 정상적으로 바꾸거나 대칭적 보행을 하는 것은 개선하기 어

렵다는 단점도 제기되었다(Roerdink 등, 2007)

한편 여러 연구자들에 의해 뇌졸중 환자의 균형 및 보행 향상에 경사로 보행의 효과가 보고되었다(서교철과 김현애, 2013; 위근수, 2011; 장은정, 2013; Hesse 등, 2001; McIntosh 등, 2006). 경사로는 계단을 대신하여 계단을 이용할 수 없는 장애인이나 노인, 임산부 등을 위한 필수적인 시설이고(한진태, 2008), 경사진 면에서의 보행은 미끄러지거나 넘어지는 것 등의 상해 예방과 손상 후 재활 운동프로그램을 실행하는데 도움을 줄 수 있다(서교철과 김현애, 2013; 위근수, 2011; 장은정, 2013; Hesse 등, 2001; McIntosh 등, 2006).

또한 뇌졸중 환자의 보행개선에 감각적인 요소가 중요한 부분을 차지하고 있다고 보고되고 있으며, 감각자극을 이용한 중재방법들은 대부분 긍정적인 결과를 보여주었다(Michel & Mateer, 2006). 그 중 청각적 리듬은 시간의 구조와 예견을 제공함으로써 뇌의 작용을 향상시킬 수 있다고 하였다(차영아, 2009). 청각적 리듬을 이용한 중재방법은 신경학적 음악치료(Neurologic Music Therapy, NMT)의 한 분야로서 리듬청각자극(Rhythmic Auditory Stimulation, RAS)이라고 하며 이를 통한 감각운동훈련(sensorimotor training)은 주로 보행 장애를 가진 환자의 재활치료에 적용될 수 있다(Howe 등, 2003).

Thaut 등(2007)은 뇌졸중 환자에게 RAS의 점진적 리듬의 속도 변화를 준 보행훈련이 보행속도, 보폭, 유각기 대칭률, 분속수의 증가 등 보행능력을 향상시킬 수 있다고 하였다. 또한 Ford 등(2007)은 RAS를 이용한 트레드밀 보행훈련 시 팔과 다리의 협응이 향상되며 골반과 흉부 회전의 증가 등 뇌졸중 환자의 보행기능회복에 효과가 있다고 보고하였다. 소리에 집중하는 것은 대뇌상위레벨과 관련이 있으며(Eimer, 2001) 외부 환경에 대한 정보는 초기에는 시각에서 근원하고(McDonald 등, 2003) 광범위한 정보를 담당하는 두정엽과 측두엽에 교차 가소성을 통해 교차 학습이 일어난다고 하였다(Popescu 등, 2004).

그러나 RAS가 보행대칭성 등 보행능력을 향상시키지 않음을 보고한 연구가 있었고(Pelton 등, 2010), 한발서기의 균형 향상은 있었지만 보행 능력의 개선은 명확하지 않다고 보고되기도 하였다(Hayden 등, 2009).

현재까지 뇌졸중환자의 보행에 있어서 리듬청각자극

의 효과에 대한 관련 선행연구의 결과는 일관된 결과를 보이지 않고 있고, 또한 일부 보행변수들에 대한 트레드밀 훈련의 효과만 이 보고되었으며, 뇌졸중환자의 균형에 대한 RAS를 동반한 경사트레드밀 보행훈련의 효과에 대한 근거는 불충분하다. 이에 본 연구에서는 경사 트레드밀 보행훈련에 RAS를 함께 적용함으로써 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 어떤 영향을 미치는지를 알아보고자 하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구의 연구 대상자는 강원도에 소재하는 B병원 재활센터에서 뇌졸중으로 진단받고 6개월이 경과한 입원 자 중에서 본 연구의 연구목적 및 실험방법을 이해하고 참여하기를 서면으로 동의한 자 15명을 대상으로 하였다. 대상자의 선정기준은 간이정신상태검사(mini mental status examination-Korea)에서 24점 이상인 자, 청력장애가 없는 자, 양하지에 정형외과 질환이 없는 자, 독립보행이 가능한 자로 하였고, 양측마비, 소뇌질환 또는 시야 결손이 있는 자, 의사소통이 불가능한 자는 제외하였다. 총 15명의 대상자를 RAS를 적용한 경사 트레드밀 보행훈련군(실험군 1), RAS를 적용하지 않은 경사 트레드밀 보행훈련군(실험군 2), 일반적인 트레드밀 보행훈련군(실험군 3)으로 나누어 각군에 5명씩 배치하였다. 연구자는 대상자들에게 실험 개요와 측정방법에 대해 설명을 하였고, 숫자 1, 2, 3이 적힌 15개 메모지 중 한 장을 뽑는 방법으로 무작위 배정하였다.

2. 연구도구

1) 균형의 평가

(1) 일어나 걸어가기 검사(Timed Up & Go, TUG)

TUG는 대상자가 팔걸이가 있는 의자에 앉아 3m 거리를 걸어서 반환점을 비마비측으로 돈 후 되돌아와 의자에 앉기까지의 시간을 측정하는 방법으로 측정한다.

뇌졸중 환자에서 이 검사의 측정자내 신뢰도는 $r=0.99$ 이고, 측정자간 신뢰도는 $r=0.98$ 을 가진다(Podsiadlo & Richadson, 1991).

(2) 버그균형척도(Berg Balance Scale, BBS)

BBS는 기립 상태에서 눈 감기, 두발 모으고 서기, 물건 짚어 올리기 같은 과제가 포함된 균형을 정량화 하여 측정할 수 있는 도구이다(Silsupadol 등, 2009). 각 항목 당 0점에서 4점을 줄 수 있는 5점 척도로 되어 있으며 최고 점수는 56점이다. 이 척도는 뇌졸중 환자를 대상으로 검사자간 신뢰도 $r=0.98$ 와 재검사 신뢰도 $r=0.99$ 를 보였다(Beninato 등, 2009).

2) 보행의 평가

(1) 6분 보행검사(6 Minutes Walking Test, 6MWT)

6분 보행검사는 6분간 걷는 거리를 측정하며 임의로 10m 구간마다 반환점을 두었다. 걷는 동안 동기부여에 의한 오류를 제거하기 위하여 남은 시간과 지침에서 허용된 문구만을 이용하여 대상자에게 이야기 하도록 하였다. 6MWT는 뇌졸중 환자에 대해 측정자 내 급내상 관계수가 $r=0.99$ 로 높은 신뢰도를 보인다(Flansbjer 등, 2005).

(2) 시공간적 보행검사(Spatio-Temporal Gait Assessment, STGA)

보행속도, 분속수, 환측의 단일하지지지율(Single Limb Support, SLS) 및 보행대칭성(Symmetric Index, SI)을 측정하기 위해 무선 3축 가속도계(Wireless 3-axis accelerometer)(G-WALK, BTS S.P.A., Italy)를 이용하였다. 본 장비를 이용하여 측정된 값 중 SLS는 입각기에서 오로지 한 발만 지지하고 있는 시간의 비율을 뜻하며 SI는 신체의 오른쪽과 왼쪽 중 한 쪽의 보행주기를 다른 한쪽의 보행주기로 나눈 값을 의미한다.

본 연구에서 사용된 무선 3축 가속도계는 탄력 있는 밴드로 허리에 고정할 수 있는 유형으로 요추 3번과 4번 사이에 고정하였다. 실험 보조자가 출발선에서 가속도계의 전원을 켜고 블루투스로 연결된 컴퓨터 화면에 신체 움직임에 대한 모니터링이 시작되는 것을 확인한

후 대상자에게 ‘출발’ 신호를 보냈다. 가속기 및 감속기의 주관성을 제거하기 위해 대상자가 1m 지점을 통과하여 땅에 첫 발을 내딛는 순간부터 측정값을 수집하고 3m 지점을 통과하여 첫 발을 내딛는 순간 자료 수집을 멈추고 1m를 더 보행한 후 정지선을 통과하면 ‘정지’라고 신호하여 보행을 멈추었다. 가속도계는 뇌졸중 환자의 보 시간에 대해 높은 상관관계를 보였고, 활보시간에 대한 상관계수가 좌/우 각각 $r=0.93$ 이상, $r=0.90$ 이상으로 높은 신뢰도를 보였다(이효기 등, 2009).

3. 중재

실험군 1 및 실험군 2의 훈련을 위한 트레드밀의 경사 설정은 10% 경사에서 운동량이 가장 많은 것으로 보고되었다(윤남식 등, 2001). 그러나 본 연구를 위한 예비실험 중 10% 경사에서 보행 도중 발목처침(foot drop) 및 하지 뻘침현상(신전근공동운동 패턴) 등을 호소하여 본 연구를 시행하는데 필요한 10분간의 보행이 불가능한 경우가 발견되었다. 따라서 본 연구에서는 5% 경사의 트레드밀위에서 보행을 시행하고 2주 후에 10% 경사 트레드밀에서 보행이 가능한 대상자는 10% 경사에서 훈련하였으며, 10% 경사 트레드밀에서 보행이 불가능한 경우에는 그대로 5% 경사에서 시행하였다. 실험군 3은 경사가 없는 트레드밀에서 보행훈련을 시행하였다. 3군 모두 주차별로 트레드밀의 속도를 증가시켰다. 1주차에는 대상자가 선호하는 속도에서 시행하였고 이후 2주차 및 3주차에 각각 5%씩 증가하여 시행하였다.

실험군 1은 경사트레드밀위에서 메트로놈(Fretway Metro, Fretway, USA)을 이용하여 리듬청각자극을 동시에 적용하였으며 초기 분속수를 측정하여 1주차에는 선호하는 분속수에 맞게 설정하여 시행하였고 이후 2주차 및 3주차에는 초기 분속수에 5% 증가한 분속수를 각각 적용하여 보행훈련을 실시하였다(Thaut 등, 2007). 각 군의 대상자는 각각의 중재법을 1일 1회 30분간 주 5회, 총 3주간 실시하였다. 연구자는 트레드밀 경사 및 속도를 조절하고 메트로놈 분속수를 조절하였으며 연구보조자 1명이 낙상 및 갑작스런 강직이나 마비증상에 대한 안전사고에 대비하여 대상자 근처에 함께 있었

다. 훈련내용과 진행방법은 다음과 같았다(표 1).

4. 연구절차

연구자는 중재 전에 인터뷰를 통해 대상자들의 일반적인 특성을 묻는 설문지를 작성한 다음 TUG, BBS, 6MWT 및 STGA를 사용하여 균형 및 보행 관련 종속변수들을 측정하였다. 3주간 집단별 설정된 중재를 시행하였고, 중재 후 동일한 측정도구를 사용하여 균형 및 보행 관련 종속변수들을 측정하였다.

5. 자료처리

본 연구에서 수집된 자료를 분석하기 위해 window 용 PASW 18.0을 사용하였다. 대상자의 일반적인 특성 및 사전종속변수의 동질성 검정을 위해 카이제곱 검정 (Chi squared test) 및 Kruskal Wallis H 검정을 시행한 결과 군간 동질성을 만족하였다. 각 군의 훈련 전·후 군내 종속변수의 변화를 알아보기 위해 Wilcoxon 부호-순위 검정(Wilcoxon signed rank test)을 이용하여 분석하였다. 또한 훈련 전·후 군간 종속변수의 변화량을 비교하기 위하여 Kruskal Wallis H 검정을 이용하였고 사후검정을 위하여 Mann-Whitney U 검정 후 Bonferroni correction을 이용하여 분석하였다. 통계학적 유의수준은 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 연구대상자의 특성

연구대상자의 일반적인 특성은 표 2에 나타난 바와 같다. 각 군의 일반적 특성, 즉 성별, 연령, 신장, 체중, 발병기간, 발병원인 및 마비측 비율 등에서 군간 유의한 차이가 없었다($p>.05$).

또한 균형 및 보행에 대한 사전 종속변수의 동질성 검정결과 유의한 차이가 없어 동질성이 확인 되었다(표 3, 표 4).

표 1. 실험군 1, 실험군 2, 실험군 3의 세부 훈련내용

훈련시간	훈련내용		
	실험군 1	실험군 2	실험군 3
2분	앞은 자세에서 리듬청각자극에 맞춰 좌·우측으로 체중을 이동	앞은 자세에서 체중을 좌·우측으로 이동	
10분	경사 트레드밀 위에서 리듬청각자극에 맞추어 보행훈련 실시	경사 트레드밀 위에서 보행훈련 실시	경사 없는 트레드밀 위에서 보행훈련 실시
1분	경사 트레드밀 위에서 리듬청각자극을 제거하고 보행 실시		
2분	앞은 자세에서 휴식		
2분	앞은 자세에서 리듬청각자극에 맞춰 좌·우측으로 체중을 이동	앞은 자세에서 체중을 좌·우측으로 이동	
10분	경사 트레드밀 위에서 리듬청각자극에 맞추어 보행훈련 실시	경사 트레드밀 위에서 보행훈련 실시	경사 없는 트레드밀 위에서 보행훈련 실시
1분	경사 트레드밀 위에서 리듬청각자극을 제거하고 보행 실시		
2분	마무리 운동으로 간단한 마사지와 수동 신장운동 실시		

표 2. 연구대상자의 일반적 특성

	실험군 1	실험군 2	실험군 3	χ^2	p
성별					
남/여[명(%)]	2/3(40/60)	3/2(60/40)	3/2(60/40)	0.536	.765
나이(세)	60.60±9.04 ^a	57.60±5.55	52.80±5.63	2.560	.278
신장(cm)	163.94±8.90	164.16±8.74	163.94±8.38	0.420	.811
체중(kg)	59.32±12.87	52.20±12.03	62.96±90.35	0.140	.932
발병기간(개월)	10.40±2.41	9.80±3.11	11.80±4.32	0.743	.690
발병원인					
경색/출혈[명(%)]	3/2(60/40)	3/2(60/40)	2/3(40/60)	0.536	.765
마비측					
우측/좌측[명(%)]	3/2(60/40)	2/3(40/60)	2/3(40/60)	0.536	.765

^a평균±표준편차

표 3. 훈련 전·후 균형의 변화

변수	집단	실험군 1 (n=5)	실험군 2 (n=5)	실험군 3 (n=5)	χ^2	p
		TUG ¹ (s)	전-	24.19 ± 9.55 ^a		
	후-	16.99 ± 7.73	20.02 ± 9.68	30.44 ± 11.50		
	차이	-7.20 ± 2.53 ^{bc}	-2.64 ± 0.44 ^c	-0.80 ± 0.47	12.500	.002
	z	-2.023	-2.023	-2.023		
	p	.043	.043	.043		
BBS ² (score)	전-	34.20 ± 12.72	43.80 ± 8.47	41.60 ± 9.20	2.154	.341
	후-	43.80 ± 9.78	46.80 ± 7.86	42.60 ± 9.60		
	차이	9.60 ± 3.44 ^{bc}	3.00 ± 1.00 ^c	1.00 ± 0.71	12.216	.002
	z	-2.023	-2.014	-1.890		
	p	.043	.041	.059		

^a평균±표준편차, ¹TUG: Timed Up & Go test, ²BBS: Berg balance scale, ^b: 실험군 1이 실험군 2보다 유의하게 훈련 전·후 변화량이 더 큼, ^c: 실험군 1이 실험군 3보다 유의하게 훈련 전·후 변화량이 더 큼, *군간 동질성 검정 결과

표 4. 훈련 전·후 보행의 변화

변수	집단	실험군 1 (n=5)	실험군 2 (n=5)	실험군 3 (n=5)	χ^2	p
6MWT1 (m)	전-	114.18 ± 34.25 ^a	125.18 ± 13.97	93.72 ± 25.21	3.794*	.150
	후-	172.26 ± 48.95	134.06 ± 15.92	96.00 ± 24.38		
	차이	58.08 ± 19.34 ^{bc}	8.88 ± 3.44 ^c	2.28 ± 1.31		
	z	-2.023	-2.032	-2.023		
	p	.043	.042	.043		
속도 (m/s)	전-	1.04 ± 0.31	1.14 ± 0.13	0.85 ± 0.23	3.794	.150
	후-	1.67 ± 0.35	1.51 ± 0.15	0.92 ± 0.25		
	차이	0.63 ± 0.11 ^{bc}	0.37 ± 0.05 ^c	0.07 ± 0.05		
	z	-2.023	-2.032	-2.023		
	p	.043	.042	.043		
분속수 (steps/min)	전-	83.16 ± 6.37	83.10 ± 6.53	78.10 ± 2.79	2.540	.281
	후-	93.90 ± 5.26	85.40 ± 6.90	79.00 ± 2.61		
	차이	10.74 ± 2.52 ^{bc}	2.30 ± 0.46 ^c	0.90 ± 0.47		
	z	-2.023	-2.023	-2.023		
	p	.043	.043	.043		
SLS2 (%)	전-	31.36 ± 7.91	39.40 ± 4.53	38.30 ± 9.63	3.847	.146
	후-	41.64 ± 4.76	42.46 ± 3.08	37.74 ± 9.05		
	차이	10.28 ± 3.40 ^{bc}	3.06 ± 1.92	-0.56 ± 2.52		
	z	-2.023	-2.023	-0.677		
	p	.043	.043	.498		
SI3	전-	0.24 ± 0.24	0.58 ± 0.32	0.46 ± 0.30	3.712	.156
	후-	0.50 ± 0.29	0.68 ± 0.35	0.49 ± 0.31		
	차이	0.27 ± 0.07 ^{bc}	0.10 ± 0.04	0.04 ± 0.04		
	z	-2.023	-2.023	-2.032		
	p	.043	.043	.042		

^a평균±표준편차, ¹6MWT: 6meter walking test, ²SLS: Single limb support of affected side, ³SI: Symmetric index, 실험군 1이 실험군 2보다 유의하게 훈련 전·후 변화량이 더 큼, ^c: 실험군 1이 실험군 3보다 유의하게 훈련 전·후 변화량이 더 큼, *군간 동질성 검정 결과

2. 훈련 전·후 균형의 변화

1) 훈련 전·후 TUG 값의 변화

훈련 전보다 훈련 후에 세 군의 TUG 값은 모두 유의하게 감소하였다(p<.05)(표 3).

군간 훈련 전·후 변화량은 실험군 1이 실험군 2(p<.05) 및 실험군 3(p<.05)에 비해 더 컸고, 실험군 2가 실험군 3(p<.05) 보다 더 컸다(표 3).

2) 훈련 전·후 BBS 점수의 변화

훈련 전보다 훈련 후에 실험군 1과 실험군 2의 BBS 점수는 유의하게 증가하였으나(p<.05), 실험군 3은 유의한 차이가 없었다(p>.05)(표 3).

군간 훈련 전·후 변화량은 실험군 1이 실험군 2(p<.05) 및 실험군 3(p<.05)에 비해 더 컸고, 실험군 2가 실험군 3(p<.05)에 비해 더 컸다(표 3).

3. 훈련 전·후 보행의 변화

1) 훈련 전·후 6MWT 값의 변화

훈련 전보다 훈련 후에 세 군의 6MWT 값은 모두 유의하게 증가하였다($p < .05$)(표 4).

군간 훈련 전·후 변화량은 실험군 1이 실험군 2($p < .05$) 및 실험군 3($p < .05$)에 비해 더 컸고, 실험군 2가 실험군 3($p < .05$)에 비해 더 컸다(표 4).

2) 훈련 전·후 보행속도의 변화

훈련 전보다 훈련 후에 세 군의 보행속도는 모두 유의하게 증가하였다($p < .05$)(표 4).

군간 훈련 전·후 변화량은 실험군 1이 실험군 2($p < .05$) 및 실험군 3($p < .05$)에 비해 더 컸고, 실험군 2가 실험군 3($p < .05$)에 비해 더 컸다($p < .05$).

3) 훈련 전·후 분속수의 변화

훈련 전보다 훈련 후에 세 군의 분속수는 모두 유의하게 증가하였다($p < .05$)(표 4).

군간 전·후 변화량은 실험군 1이 실험군 2($p < .05$) 및 실험군 3($p < .05$)에 비해 더 컸고, 실험군 2가 실험군 3($p < .05$)에 비해 더 컸다(표 4).

4) 훈련 전·후 환측의 단일하지지지율의 변화

훈련 전보다 훈련 후에 실험군 1과 실험군 2의 단일하지 지지율은 유의하게 증가하였으나($p < .05$), 실험군 3은 유의한 차이가 없었다($p > .05$)(표 4).

군간 훈련 전·후 변화량은 실험군 1이 실험군 2($p < .05$) 및 실험군 3($p < .05$)에 비해 더 컸으나, 실험군 2와 실험군 3은 유의한 차이가 없었다($p > .05$)(표 4).

5) 훈련 전·후 대칭성 지수의 변화

훈련 전보다 훈련 후에 세 군의 대칭성 지수는 모두 유의하게 증가하였다($p < .05$)(표 4). 군간 훈련 전·후 변화량은 실험군 1이 실험군 2($p < .05$) 및 실험군 3($p < .05$)에 비해 더 컸으나, 실험군 2와 실험군 3은 유의한 차이가 없었다($p > .05$)(표 4).

IV. 고찰

본 연구의 목적은 RAS를 동반한 경사트레드밀 보행 훈련이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 어떤 영향을 미치는 지를 알아보기 위한 것이었다. 본 연구결과에서 훈련 전·후 균형과 보행 관련변수의 변화량을 평가한 결과, 실험군 1이 실험군 2 및 실험군 3에 비해 균형 및 보행에서 더 많이 향상된 것으로 나타났다.

각 군의 훈련 전·후의 균형의 변화를 알아보기 위해 TUG 및 BBS로 측정된 결과, TUG 값은 세 군 모두 훈련 전보다 훈련 후 유의하게 감소되었고, BBS 점수에서는 실험군 1과 실험군 2가 훈련 후에 유의하게 증가되는 것으로 나타났다. 군간 변화량에서는 모두 실험군 1이 실험군 2 및 실험군 3에 비해 유의하게 컸고 실험군 2가 실험군 3에 비해 유의하게 컸다. 그러나 실험군 2와 실험군 3의 BBS 점수의 훈련 전·후 변화량은 측정에 의해 탐지될 수 있고 통계학적으로 의미있는 최소한의 변화를 말하는 MDC(Minimal Detectable Changes)인 4.66(Hiengkaew 등, 2012)에는 못 미쳤다. 또한 실험군 2와 실험군 3의 TUG 값의 훈련 전·후 변화량은 MDC인 2.9(Flansbjer 등, 2005)에는 못 미쳤다.

뇌졸중환자의 균형을 증진시키기 위해서는 비마비측 하지에 편중 되어 있는 체중 부하를 마비측 하지에 적절하게 이동하고 명확한 감각, 운동 인지적 시스템의 섬세한 상호작용을 통해 외부의 다양한 환경에 반응하여 적절하게 자세를 유지하는 것이 중요하다(Brown 등, 2002). 이를 위해서는 선 자세에서의 훈련이 중요한데(Nilsson 등, 2001) 역동적이고 과제지향적인 트레드밀 보행훈련은 이러한 요소를 갖춘 훈련으로 뇌졸중 환자의 균형 향상에 도움을 주었을 것으로 생각된다(Hase 등, 2011).

본 연구결과와 유사하게 전광열 등(2014)은 뇌졸중 환자 29명을 대상으로 2주간 점진적으로 속도를 증가시켜 트레드밀훈련을 시행한 후 BBS점수가 유의하게 증가했음을 보고하였다. 본 연구에서 실험군 2가 실험군 3에 비해 균형능력이 더 크게 향상된 것은 경사로 보행훈련의 효과와 유사하게, 자세 유지를 위해 필요한 근육 즉 큰볼기근, 넙다리곧은근, 안쪽넓은근, 내측 장

만지근의 활성화가 증가되어 자세동요가 감소됨으로써 균형능력이 향상된 것으로 사료된다(Lay 등, 2007; Leroux 등, 1999). 본 연구에서 실험군 1이 실험군 2 및 실험군 3보다 균형에서 더 많은 향상을 보였던 점은 RAS의 적용으로 뇌 활성이 증가하여 마비측의 움직임이 정상에 더욱 가깝게 나타나게 된 것이고(Del Olmo 등, 2006; Horenstein 등, 2009), 또한 청각적 자극이 대뇌피질에 도달하기 전에 그물척수로(reticulospinal tract)를 통하여 즉각적으로 신체를 조절하기 때문에 감각피드백이 빠르게 신체 활동에 관여하였기 때문으로 생각된다.

본 연구에서 보행변수의 결과는 실험군 3의 SLS를 제외하고 세 군 모두 훈련 전보다 훈련 후에 모든 변수에서 유의한 향상이 있었다. 이런 결과는 경사 트레드밀 보행훈련을 시행함으로써 하지 근력이 증가(Lay 등, 2007; Leroux 등, 1999)됨으로써 환측의 SLS가 증가되었을 것으로 생각된다. 또한 본 연구에서 SLS와 SI가 실험군 1에서 실험군 2와 실험군 3보다 더 큰 향상을 나타냈다. 이런 결과는 RAS를 적용함으로써 청각을 통한 보행주기의 시간적 조절로 인하여 환측 입각기가 증가하였고 SI의 향상이 있었을 것으로 생각된다. 이런 결과는 RAS 적용 후 SI가 향상되었다는 선행연구의 결과(Roerdink 등, 2007; Thaut 등, 1997)와 일치한다. 그러나 본 연구결과와 다르게 하귀현 등(2013)의 연구에서는 트레드밀 보행훈련이 SI에는 효과가 미미한 것으로 보고되었다.

본 연구결과에서 훈련 전보다 훈련 후에 6MWT 값 및 시간적 보행변수 즉 보행속도 및 분속수가 실험군 1이 실험군 2 및 실험군 3에 비해 향상되었고 실험군 2가 실험군 3에 비해 향상된 것으로 나타났다. 이런 결과와 일치하게 선행연구에서 뇌졸중 환자의 보행에 있어서 트레드밀 훈련의 효과 중 보행속도, 분속수에서 탁월한 효과가 보고되었다(Chen 등, 2005; Roth 등, 1997). SLS의 증가는 활보장의 증가로 이어지며 이는 보행속도의 증가와 연관이 있다(Ada 등, 2003). Ada 등(2003)은 마비측과 비마비측에서 0.1m 보장이 증가한 경우 보행속도도 또한 유의하게 증가되고, 지구력이 향상된다고 하였다. 따라서 SLS의 증가와 지구력의 증가로 인해 6MWT의 유의한 향상이 있었을 것으로 사료된다.

본 연구는 예비연구로서 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 대한 RAS를 동반한 트레드밀 보행훈련의 긍정적인 효과를 확인하였다. 향후 더 많은 수의 뇌졸중 환자를 대상으로 장기간의 중재를 통하여 훈련효과를 알아보는 연구가 이루어져야 할 것이고, 후속평가를 통하여 중재효과의 유지여부를 평가할 필요가 있는 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구에서는 RAS를 동반한 경사트레드밀 보행훈련이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 미치는 영향을 알아보기 위해 예비연구를 시행하였다.

결론적으로 뇌졸중 환자의 균형 및 보행을 향상시키기 위하여 RAS를 동반한 경사트레드밀 보행훈련이 경사트레드밀 보행훈련이나 일반트레드밀 보행훈련보다 더 효과적인 중재방법임을 제안한다.

참고문헌

서교철, 김현애(2013). 계단보행훈련과 경사로보행훈련이 뇌졸중 환자의 보행능력에 미치는 영향. 대한물리 의학회지, 8(3), 397-406.

위근수(2011). 계단과 경사로 보행훈련이 편마비 환자의 균형과 보행에 미치는 영향. 대구대학교 대학원, 석사학위 논문.

윤남식, 이경옥, 김지연(2001). 트레드밀 운동 시 속도와 경사도에 따른 운동역학적 변인의 특성 비교. 한국유산소운동과학회지, 5(1), 49-68.

이효기, 황성재, 조성필 등(2009). 뇌졸중으로 인한 뇌졸중 환자의 보행평가를 위한 체중심 가속도센서 기반의 새로운 보 검출 알고리즘 개발. 의공학회지, 30(3), 213-220.

장은정(2013). 경사로와 계단에서 PNF 하지패턴 적용이 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 미치는 영향. 대구대학교 대학원, 석사학위 논문.

- 전광열, 최원재, 이승원(2014). 기능적 전기 자극을 병행한 점진적 속도 트레드밀 훈련이 뇌졸중 환자의 보행과 균형에 미치는 영향. 특수교육재활과학연구지, 53(3), 365-383.
- 차영아(2009). 리듬, 음악 그리고 뇌. 서울, 학지사.
- 하귀현, 이명모, 송창호(2013). 양측 리듬청각자극을 이용한 트레드밀 보행이 뇌졸중 환자의 보행에 미치는 효과. 특수교육재활과학연구지, 52(1), 295-315.
- 한진태(2008). 계단과 경사로 오르기 시 노인의 보행특성 분석. 대구대학교 대학원, 박사학위 논문.
- Ada L, Dean CM, Hall JM, et al(2003). A treadmill and over ground walking program improves walking in persons residing in the community after stroke: a placebo-controlled, randomized trial. Arch Phys Med Rehabil, 84(10), 1486-1491.
- Beninato M, Portney LG, Sullivan PE(2009). Using the international classification of functioning, disability and health as a framework to examine the association between falls and clinical assessment tools in people with stroke. Phys Ther, 89(8), 816-825.
- Bobath B(1990). Adult hemiplegia: evaluation and treatment. 3rd ed, London, Heinemann.
- Brown LA, Sleik RJ, Winder TR(2002). Attentional demands for static postural control after stroke. Arch Phys Med Rehabil, 83(12), 1732-1735.
- Chen G, Patten C, Kothari DH, et al(2005). Gait differences between individuals with post-stroke hemiparesis and non-disabled controls at matched speeds. Gait Posture, 22(1), 51-56.
- Del Olmo MF, Arias P, Furio MC, et al(2006). Evaluation of the effects of training using auditory stimulation on rhythmic movement in Parkinsonian patients: a combined motor and [18F]-FDG PET study. Parkinsonism Relat Disord, 12(3), 155-164.
- Dickstein R, Dvir Z, Jehosua AB, et al(1994). Automatic and voluntary lateral shifts in rehabilitation of hemiparetic patients. Clin Rehabil, 8(2), 91-99.
- Eich HJ, Mach H, Werner C, et al(2004). Aerobic treadmill plus Bobath walking training improves walking in subacute stroke: a randomized controlled trial. Clin Rehabil, 18(6), 640-651.
- Eimer M(2001). Crossmodal links in spatial attention between vision, audition, and touch: evidence from event-related brain potentials. Neuropsychologia, 39(12), 1292-1303.
- Eng JJ, Chu KS(2002). Reliability and comparison of weight bearing ability during standing tasks for individuals with chronic stroke. Arch Phys Med Rehabil, 83(8), 1138-1144.
- Flansbjerg UB, Holmback AM, Downham D, et al(2005). Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke. J Rehabil Med, 37(2), 75-82.
- Ford MP, Wagenaar RC, Newell KM(2007). The effects of auditory rhythms and instruction on walking patterns in individuals post stroke. Gait Posture, 26(1), 150-155.
- Hase K, Suzuki E, Matsumoto M, et al(2011). Effects of therapeutic gait training using a prosthesis and a treadmill for ambulatory patients with hemiparesis. Arch Phys Med Rehabil, 92(12), 1961-1966.
- Hayden R, Clair AA, Johnson G, et al(2009). The effect of rhythmic auditory stimulation (RAS) on physical therapy outcomes for patients in gait training following stroke: a feasibility study. Int J Neurosci, 119(12), 2183-2195.
- Hiengkaew V, Jitaree K, Chaiyawat P(2012). Minimal detectable changes of the Berg Balance Scale, Fugl-Meyer Assessment Scale, Timed "Up & Go" Test, gait speeds, and 2-minute walk test in individuals with chronic stroke with different degrees of ankle plantarflexor tone. Arch Phys Med Rehabil, 93(7), 1201-1208.
- Hesse S, Werner C, Paul T, et al(2001). Influence of walking speed on lower limb muscle activity and energy consumption during treadmill walking of hemiparetic patients. Arch Phys Med Rehabil, 82(11), 1547-1550.

- Horenstein C, Lowe MJ, Koenig KA, et al(2009). Comparison of unilateral and bilateral complex finger tapping-related activation in premotor and primary motor cortex. *Human Brain Mapp*, 30(4), 1397-1412.
- Howe TE, Lovgreen B, Cody FW, et al(2003). Auditory cues and modify the gait of persons with early-stage Parkinson's disease: a method for enhancing Parkinsonian walking performance?. *Clin Rehabil*, 17(4), 363-367.
- Lay AN, Hass CJ, Richard NT, et al(2007). The effects of sloped surfaces on locomotion; an electromyographic analysis. *J Biomech*, 40(6), 1276-1285.
- Leroux A, Fung J, Barbeau H(1999). Adaptation of the walking pattern to up hill walking in normal and spinal-cord injured subjects. *Exp Brain Res*, 126(3), 359-368.
- Mauritz KH(2002). Gait training in hemiplegia. *Eur J Neurol*, 9(S1), 23-29.
- McDonald JJ, Teder-Salejarvi WA, Di Russo F, et al(2003). Neural substrates of perceptual enhancement by cross-modal spatial attention. *J Cogn Neurosci*, 15(1), 10-19.
- McIntosh AS, Beatty KT, Dwan LN, et al(2006). Gait dynamics on an inclined walkway. *J Biomech*, 39(13), 2491-2502.
- Michel JA, Mateer CA(2006). Attention rehabilitation following stroke and traumatic brain injury: a review. *Eura Medicophys*, 42(1), 59-67.
- Nilsson L, Carlsson J, Danielsson A, et al(2001). Walking training of patients with hemiparesis at an early stage after stroke: a comparison of walking training on a treadmill with body weight support and walking training on the ground. *Clin Rehabil*, 15(5), 515-527.
- Pelton TA, Johannsen L, Huiya C, et al(2010). Hemiparetic stepping to the beat: asymmetric response to metronome phase shift during treadmill gait. *Neurorehabil Neural Repair*, 24(5), 428-434.
- Perry J(1969). The mechanics of walking in hemiplegia. *Clin Orthop Rel Res*, 63, 23-31.
- Perry J(1992). *Gait analysis: normal and pathological function*. New Jersey, Slack Inc.
- Podsiadlo D, Richardson S(1991). The timed UP & GO: a test basic functional mobility for frail elderly person. *J Am Geriatr Soc*, 39(2), 142-148.
- Popescu M, Otsuka A, Ioannides AA(2004). Dynamics of brain activity in motor and frontal cortical areas during music listening: a magnetoencephalographic study. *Neuroimage*, 21(4), 1622-1638.
- Roerdink M, Lamoth CJ, Kwakkel G, et al(2007). Gait coordination after stroke: benefits of acoustically paced treadmill walking. *Phys Ther*, 87(8), 1009-1022.
- Roth EJ, Merbitz C, Mroczek K, et al(1997). Hemiplegic gait relationships between walking speed and other temporal parameters. *Am J Phys Med Rehabil*, 76(2), 128-133.
- Silsupadol P, Shumway-Cook A, Lugade V, et al(2009). Effect of single-task versus dual-task training on balance performance in older adults: A double-blind, randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 90(3), 381-387.
- Thaut MH, Leins AK, Rice RR, et al(2007). Rhythmic auditory stimulation improves gait more than NDT/Bobath training in near ambulatory patients early post stroke: a single blind, randomized trial. *Neurorehabil Neural Repair*, 21(5), 455-459.
- Thaut MH, McIntosh GC, Rice RR, et al(1997). Rhythmic facilitation of gait training in hemiparetic stroke rehabilitation. *J Neurol Sci*, 151(2), 207-212.