

시청각 바이오피드백을 이용한 트레드밀 보행훈련이 편마비 환자의 보행과 균형에 미치는 영향

김창영¹, 황병용², 이상호³

¹용인대학교 재활복지 대학원 물리치료전공, ²용인대학교 물리치료학과, ³서남대학교 물리치료학과

The Effects of Gait Training Using on Treadmill With and Without Visual·Auditory Biofeedback on Walking and Balance in Hemiplegic Patients

Chang-Young Kim¹, Byoung-Yong Hwang, PT, Ph.D², Sang-Ho Lee, PT, Ph.D³

¹Department of Physical therapy, Graduate School of Rehabilitation Welfar, Yongin University,

²Department of Physical Therapy, Yongin University, ³Department of Physical Therapy, Seonam University

Purpose The purpose of this study was to determine effects of gait training using on treadmill with and without visual·auditory biofeedback on walking characteristic and balance in 30 hemiplegic patients. **Methods** 30 patients who consented were randomized as two group. The control group and experimental group performed conventional physical therapy. In addition control group performed gait training using on treadmill with visual·auditory biofeedback and experimental group performed gait training using on treadmill without visual·auditory biofeedback. **Results** To find out the effect, walking characteristic by Gait Trainer 2, balance ability by BBS, FRT were three times repeatedly measured at baseline before treatment and 6 weeks after treatment. Experimental group and Control group improved more significantly after six-weeks treatment in walking speed in gait characteristic. 3After a six weeks treatment, there was no significantly difference between the two groups in gait characteristic but symmetry index(stance phase, step length) in the experimental group showed a mean difference and the positive effects higher than the control group. Control group improved more significantly after six-weeks treatment in FRT in balance ability. . After a six-week treatment, there was no significantly difference between the two groups in balance ability but BBS in the experimental group showed a mean difference and the positive effects higher than the control group. **Conclusion** To summarize the result of this study, it is considered that gait training using on treadmill without visual·auditory biofeedback contributes to improve walking speed and FRT, gait training using on treadmill with visual·auditory biofeedback contributes to improve walking speed.

Key Words Visual·Auditory biofeedback, Gait training, Treadmill, Gait characteristic, Balance, Hemiplegia

책임 저자 Sang-Ho Lee(fetor07@hanmail.net)

논문 접수일 2015년 4월 30일

수정 접수일 2015년 5월 25일

게재 승인일 2015년 6월 20일

1. 서론

뇌졸중은 후천적 장애를 발생시키는 가장 흔한 원인으로 처음 수개월 동안 집중 재활에도 불구하고 상당한 장애를 남기게 되며 발병 후 공통적으로 편마비의 증상이 나타난다고 하였고, 이는 가동성과 일상생활능력을 감소시키며 이차적인 장애로는 균형과 보행 능력의 상실을 들 수 있는데, 이는 동작수행의 어려움과 낙상의 위험을 높여 결과적으로 비대칭적인 자세와 비정상적인 보행을 야기하게 되며, 근력 약화, 강직, 통증 및 균형 장애 등을 일으키고, 이 중 균형 장애의 발생은 전정, 체성, 고유감각 등을 조화롭게 사용할 수 없거나 입력된 감각정보를 운동계와 통합하는 중추신경계 능력의 부족, 비정상적인 근 긴

장으로 인해 발생한다.^{1,2)}

편마비 환자의 보행 재활에서 가장 이상적인 목표로 양하지의 균등한 체중부하를 통하여 기립 자세의 균형을 회복함으로써 최종적으로 독립적인 보행으로 회복시키는 것이라고 하였다. 하지만 대부분의 편마비 환자는 마비측 보다는 비마비측에 더 많은 체중을 부하하며 마비측으로의 체중지지 능력은 감소하고 이로 인하여 비대칭적인 보행의 원인이 되며 정상인에 비하여 균형 능력의 불안성과 보행 속도의 현저한 감소가 나타난다.³⁾

보행은 복잡한 활동으로써 균형(balance), 협응(coordination), 대칭적 자세 등이 주요 구성요소이며 반복적인 주기의 연속이며, 생리학적 보행 패턴을 유지하기 위해서

보행의 대칭성이 확보되어야 한다. 따라서, 편마비 환자의 보행 훈련의 목적은 확보장의 반복적인 주기의 수를 증가시키는 것과 동시에 보행의 대칭성을 회복하는 것이다. 편마비환자의 특징적인 보행은 일상생활과 사회복귀에 필수요소인 이동성을 저해하는 요소인데, 이러한 보행은 보행주기와 보행속도에 있어 느린 보행을 보이며, 마비측 보장과 비마비측 보장간의 확보장의 차이, 마비측 입각기가 짧으며, 비마비측의 긴 유각기 등이 나타난다. 이에 보행요소를 뇌졸중 환자의 재활에 있어 제일 중요한 목적으로 삼아야한다.^{4,5)} 트레드밀 보행훈련은 뇌졸중 환자의 보행 문제점을 개선하기 위해 사용되는 기존의 물리치료 이외에 시도되는 다양한 방법 중 하나이며, 서기훈련과 보행패턴 및 근력강화, 균형 등의 운동조절을 재인식 시킨다고 하였고, 독립 보행이 가능한 치료시점의 환자들에게 체중지지 트레드밀 보행훈련은 보행 개선에 효과가 있다고 하였다.⁶⁾ 또한 트레드밀을 이용한 보행 훈련은 편마비 환자에게 마비측과 비마비측의 대칭적인 보행을 촉진하여 보행에 대한 의욕을 높일 수 있고 지면에서의 보행 훈련보다 효과적으로 보행능력을 향상 시키는 것으로 보고되었다.⁷⁾

뇌졸중 환자의 균형과 기능 향상을 위한 재활에는 일반적으로 보바스 개념을 이용한 방법과 고유수용성 신경근 촉진 기법을 이용한 방법, 시각적 피드백 훈련(visual feedback training) 및 마비측 체중이동등의 방법이 많이 사용되어지고 있으며, 그 중 시각, 전정감각, 고유감각 되먹임 등은 마비측에 정상적인 감각을 제공하여 대칭적인 보행능력을 회복시키는데 기여한다.⁸⁻¹¹⁾

최신의 연구경향들은 시각 또는 청각 바이오피드백에 의한 연구가 독립적으로 이루어져 다양한 바이오피드백에 대한 연구 효과가 미미한 실정이다. 따라서 본 연구자는 뇌졸중으로 인한 편마비 환자에게 다양한 시, 청각 바이오피드백을 이용한 트레

드밀 보행훈련을 적용하여 보행 특성과 균형능력의 변화를 알아보고자 한다.^{12,13)}

II. 연구 방법

1. 연구 대상 및 연구 기간

본 연구는 2015년 6월 1일 ~ 7월 10일까지 전남 순천시 소재의 P 재활병원에서 뇌졸중으로 인한 편마비로 진단 받은 후, 아래의 연구 조건을 충족시켜 본 연구를 수행하는데 어려움이 없는 성인으로 K-MMSE 24점 이상인 자, 트레드밀에서 6분 이상 보행이 가능한 자, 발병한지 6개월 이상인 자, 하지의 정형외과적 질환이 없는 자, 과거에 이와 같은 연구에 참여한 경험이 없는 자, 본 연구의 참여 동의서를 이해하고 동의한 환자 30명을 선정하였다(Table 1).

2. 측정 도구

1) Gait Trainer 2

Gait Trainer 2(Biodex Medical system Inc, USA)는 연구 대상자가 실시간으로 지면에 닿아진 발의 모습을 그림자영상을 모니터를 통해 볼 수 있고 실시간 대상자 보행속도 (meter/sec), 보행 시간, 보장 거리(meter/sec), 입각기와 유각기의 대칭지수(%)를 히스토그램을 통해 저장된 정상 범주 값과 비교할 수 있는 장비이다. 본 연구에서는 시청각 바이오 피드백을 통한 보행훈련이 목적이기 때문에 모니터와 스피커를 통한 피드백을 제공한 상태에서 보행훈련을 하였으며, 연구 전·후 보행속도, 보행주기, 입각기와 보장의 대칭 지수의 변화를 알아보기 위해 사전, 사후 검사 도구로 사용하였다.¹⁴⁾ 대칭 지수(입각기, 보장)의 정량화를 위해 Hsu 등의 연구에 사용된

Table 1. General characteristics of the subjects

| | | Experimental group (N=15) | Control group (N=15) |
|-------------------------|---------------|------------------------------|-------------------------|
| Gender | Male | 11(73.3) | 11(73.3) |
| | Female | 4(26.7) | 4(26.7) |
| Age(years) | | 35.73±16.46 | 46.13±14.95 |
| Weight(kg) | | 64.53±12.75 | 68.53±10.21 |
| Height(cm) | | 170.27±8.43 | 168.33±8.33 |
| Type of stroke | Infarction(%) | 10(66.7) | 9(60.0) |
| | Hemorrhage(%) | 5(33.3) | 6(40.0) |
| Paretic side | Right (%) | 9(60.0) | 8(53.3) |
| | Left (%) | 6(40.0) | 7(46.7) |
| Time since onset(month) | | 28.33±23.45 | 12.07±7.50 |

M±SD: mean±standard deviation

계산법을 참고하여 값을 구하였다.³⁾

2) Berg Balance Scale

Berg Balance Scale(BBS)는 편마비 환자의 정적 균형능력과 동적 균형능력을 객관적으로 평가하는 도구로 앉은 자세에서 일어나기, 잡지 않고 서 있기, 선 자세에서 앉기, 의자에서 의자로 이동, 눈 감고 서있기, 눈 뜨고 양발과 양팔 몸에 붙이고 서기, 선 자세에서 앞으로 팔 뻗기, 바닥에 있는 물건 집어 올리기, 왼쪽과 오른쪽으로 뒤돌아 보기, 제자리에서 360도 회전하기, 발판 위에 발 교대로 놓기, 발을 일자로 두고 서기, 한 다리로 서 있기 등의 14개의 항목으로 구성되어 있으며 동작마다 5단계의 점수를 주고 총 56점으로 하였으며, 41점 이상은 낙상 위험이 작으며, 21~40점은 중간 정도의 낙상 위험, 20점 이하는 낙상 위험이 높은 것으로 나타났다. 노인성 질환과 뇌졸중으로 인한 편마비 환자에서 균형능력을 평가하는데 널리 사용되며, 본 연구에서는 연구 전, 후 균형능력을 측정하기 위해 사용하였다. 연속 3회 측정 한 값의 평균을 측정값으로 사용하였다.¹⁵⁾

3) Functional Reach Test

기능적 팔 뻗기 검사(FRT)는 편안하게 선 자세에서 기저면을 유지하면서 팔을 뻗어 수평으로 최대한 닿을 수 있는 거리를 측정하는 것으로 측정에 있어 간편하며 신뢰할 만한 검사도구로서 안정성 한계를 비교적 잘 측정 할 수 있으며 임상에서 균형 장애를 찾아내거나 시간경과에 따른 균형수행력의 변화 등을 검사하기 위하여 개발되었다.¹⁶⁾

본 연구에서는 연구 전, 후 균형능력을 측정하기 위해 사용하였다. 연속 3회 측정 한 값의 평균을 측정값으로 사용하였다.

4. 연구 방법

본 연구에 모든 대상자를 카드 뽑기로 연구군 15명, 대조군 15명으로 분류하고 연구군에서는 일반적 운동치료와 시청각 바이오피드백이 제공된 트레드밀 보행훈련을 하였고, 대조군에서는 일반적 운동치료와 시청각 바이오피드백이 제공되지 않은 트레

드밀 보행훈련을 6주간 실시하였다.

연구 기간 동안 일반적 운동치료는 5년 이상의 물리치료 경력을 지닌 물리치료사가 관절의 신장, 근력강화, 보행훈련 등을 시행하는 치료를 말하며 주 5회 30분간 실시하였다.

트레드밀 보행훈련 프로그램은 주 5회 30분간 실시하며, 30분 중 초기 10분 동안은 신장 운동과 관절 가동 운동을 실시하고, 중기 10분 중 4분은 적응 운동, 6분은 시청각 바이오피드백을 이용한 보행훈련을 실시한다. 마지막 10분은 자전거와 에르고미터를 이용하여 정리 운동을 실시한다.¹⁷⁾ 이때 제공되는 시청각 바이오피드백은 트레드밀에 부착된 모니터와 스피커를 통해서 제공되며, 대상자는 모니터에 표시되는 발걸음의 목표 지점과 본인의 발 위치를 비교하는 시각적 피드백과 발걸음의 목표 지점과 본인의 발 위치의 오차에 따른 청각적 피드백을 받게 된다. 대조군은 동일하게 수행하나 시청각 바이오피드백은 제공하지 않는다(Table 2).

5. 분석 방법

수집된 자료는 윈도우용 SPSS ver 20.0 통계프로그램을 이용하여 분석하였으며, 연구군과 대조군간의 평균을 비교하기 위해서 독립표본 t 검정(independent t-test)과 전, 후 차이를 알아보기 위해 짝 비교 t 검정(paired t-test)을 실시하였다. 통계학적 유의수준은 α=.05로 하였다.

III. 결과

1. 연구방법에 따른 보행의 변화

1) 보행 속도의 변화

연구군의 보행 속도는 연구 전 0.46±0.09m/s에서 연구 후 0.52±0.09m/s로 향상 되었으며 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<.00). 대조군의 보행 속도는 연구 전 0.52±0.10m/s에서 연구 후 0.58±0.11m/s로 향상 되었으며 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<.00).

연구 방법에 따른 집단 간 연구 전·후 변화량을 비교한

Table 2. gait training using on treadmill

| Gait training using on treadmill with visual · auditory biofeedback | |
|---|---|
| Treatment time | Method |
| Warming-up (10 minute) | Stretching Exercise ROM Exercise |
| Middle(10 minute) | 1. Adaptive Exercise (4 minute) - 0.1~0.3 cylce/sec 2. Exercise (6 minute) - 0.3 cycle/sec or more |
| Cool-down(10 minute) | Bicycle Ergometer |

결과 연구군 0.05±0.04m/s, 대조군 0.06±0.02m/s로 집단 간 차이는 있었으나 통계학적으로 유의하지는 않았다(Table 3).

2) 보행 주기의 변화

연구군의 보행 주기는 연구 전 0.61±0.08cycle/sec에서 연구 후 0.61±0.07cycle/sec로 거의 변화가 없었으며 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 대조군의 보행 주기는 연구 전 0.66±0.11cylce/sec에서 연구 후 0.67±0.10cycle/sec로 증가 하였으나 유의하지 않았다.

연구 방법에 따른 집단 간 전·후 변화량을 비교한 결과 연구군 0.00±0.04cycle/sec, 대조군 0.01±0.05cycle/sec로 집단 간 차이가 있었으나 통계학적으로 유의하지 않았다 (Table 4).

3) 입각기 대칭 지수의 변화

연구군의 입각기 대칭 지수는 연구 전 93.69±21.64%에서 연

구 후 95.11±16.16%으로 증가 하였으나 통계학적으로 유의하지 않았다. 대조군의 입각기 대칭 지수는 연구 전 86.73±19.78%에서 연구 후 87.70±19.28%로 증가 하였으나 통계학적으로 유의하지 않았다.

연구 방법에 따른 집단 간 전·후 변화량을 비교한 결과 연구군은 1.42±8.79%, 대조군은 0.97±14.54%로 집단 간 차이가 있었으나 통계학적으로 유의하지는 않았다 (Table 5).

4) 보장 대칭 지수의 변화

연구군의 보장 대칭 지수는 연구 전 95.99±27.44%에서 연구 후 96.27±18.44%로 증가 하였으나 통계학적으로 유의하지 않았다. 대조군의 보장 대칭 지수는 연구 전 93.67±28.34%에서 연구 후 92.87±22.05%로 감소하였으며 통계학적으로 유의하지 않았다.

연구 방법에 따른 집단 간 전·후 변화량을 비교한 결과 연구군 0.27±13.06%, 대조군 -0.79±15.35%로 집단 간 차이

Table 3. Changes in walking speed

(unit: m/s)

| | Experimental group | Control group | t | p |
|----------|--------------------|---------------|-------|------|
| pre | 0.46±0.09 | 0.52±0.10 | 1.543 | 0.13 |
| post | 0.52±0.09 | 0.58±0.11 | 1.563 | 0.12 |
| Pre-Post | 0.05±0.04 | 0.06±0.02 | .194 | 0.84 |
| t | -5.513** | -11.630** | | |

M±SD: mean±standard deviation; *p<05; **p<01

표 4. Changes in the gait cycle

(unit: cycle/sec)

| | Experimental group | Control group | t | p |
|----------|--------------------|---------------|-------|------|
| pre | 0.61±0.08 | 0.66±0.11 | 1.270 | 0.21 |
| post | 0.61±0.07 | 0.67±0.10 | 1.906 | 0.06 |
| Pre-Post | 0.00±0.04 | 0.01±0.05 | .485 | 0.63 |
| t | .360 | -.980 | | |

M±SD: mean±standard deviation; *p<05; **p<01

Table 5. Change of stance symmetry index

(unit :%)

| | Experimental group | Control group | t | p |
|----------|--------------------|---------------|--------|------|
| pre | 93.69±21.64 | 86.73±19.78 | -.919 | 0.36 |
| post | 95.11±16.16 | 87.70±19.28 | -1.141 | 0.26 |
| Pre-Post | 1.42±8.79 | 0.97±14.54 | 1.193 | 0.24 |
| t | -.628 | -.258 | | |

M±SD: mean±standard deviation; *p<05; **p<01

Table 6. Changes of step length the symmetry index

(unit :%)

| | Experimental group | Control group | t | p |
|----------|--------------------|---------------|-------|------|
| pre | 95.99±27.44 | 93.67±28.34 | -.228 | 0.82 |
| post | 96.27±18.44 | 92.87±22.05 | -.459 | 0.65 |
| Pre-Post | 0.27±13.06 | -0.79±15.35 | -.046 | 0.96 |
| t | -.083 | .201 | | |

M±SD: mean±standard deviation; *p<05; **p<01

가 있었으나 통계학적으로 유의하지 않았다(Table 6).

2. 연구방법에 따른 균형능력의 변화

1) Berg Balance Scale의 변화

연구군의 BBS는 연구 전 37.40±8.56점에서 연구 후 38.33±9.96점으로 증가를 보였으나 통계학적으로 유의하지는 않았다. 대조군의 BBS는 연구 전 41.00±9.29점에서 연구 후 41.07±10.14점으로 증가를 보였으나 통계학적으로 유의하지는 않았다.

연구 방법에 따른 집단 간 연구 전·후 변화량을 비교한 결과 연구군 0.93±2.21점, 대조군 0.06±2.54점으로 집단 간 차이가 있었으나 통계학적으로 유의하지는 않았다(Table 7).

2) Functional Reach Test의 변화

연구군의 FRT는 연구 전 18.30±5.05cm에서 연구 후 19.00±5.74cm로 증가를 보였으나 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 대조군의 FRT는 연구 전 18.83±4.75cm에서 연구 후 20.26±4.94cm로 증가를 보였으며 통계학적으로 유의한 차이가 있었다(p<.05).

연구 방법에 따른 집단 간 연구 전·후 변화량을 비교한 결과 연구군 0.70±1.86cm, 대조군 1.42±2.60cm로 집단 간 차이가 있었으나 유의하지는 않았다(Table 8).

IV. 고찰

정상적인 균형조절은 감각과정과 운동과정이 필요하며, 운동과정은 기저면 내에서 체중심을 유지하는 것과 신체의 흔들림을

최소화하는 체간과 다리의 근활동을 말하며, 감각과정은 체성 감각(고유감각, 피부감각, 관절감각), 시각, 전정계로부터의 감각입력 사이의 상호작용을 말한다고 하였다. 이중 다양한 시각적 정보를 이용한 시각적 피드백 훈련은 뇌졸중 환자에게 흥미 유발과 균형 향상에 도움을 준다고 하였으며, 시각적 정보는 훈련을 통해 감각 운동의 손실을 보상할 수 있으며, 중추 운동 프로그램에 대한 정보를 제공함으로써 치료적 효과를 증폭시킬 수 있다고 하였다.¹⁸⁻²⁰⁾

트레드밀 보행훈련은 최근 들어 임상적으로 편마비 환자나 보행 장애를 가진 환자의 재활에 이용되고 있으며 하지에 체중 지지와 같은 자세로 기능적이고 반복적인 걸음을 내딛을 수 있도록 자극하여 실제적 보행을 통한 보행훈련이 보행을 재학습 하기 전에 독립적 보행 요소의 조절을 강조하는 일반적 접근보다 보행능력의 향상을 가져왔다.²¹⁾ 그리고 환자는 기능적이고 목표-지향적(task-oriented)인 접근 방법인 트레드밀 위에서 걷는 동안 보행의 3가지 기본 요소(체중지지, 걸음, 균형)를 통합할 수 있게 된다.²²⁾

따라서 본 연구에서는 편마비 환자의 보행 문제점 개선을 위하여 시청각 바이오피드백을 이용한 트레드밀 보행훈련을 통한 보행특성과 균형에 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

본 연구에서는 연구군과 대조군 사이 연구 전에 비해 연구 후에 연구군의 보행특성에서 보행속도가 유의한 향상을 보였으며, 보행주기, 입각기 대칭 지수, 보장 대칭 지수에서는 통계학적으로 유의한 향상을 보이지 않았지만 긍정적인 효과를 보였다. 균형 능력에서는 BBS, FRT가 통계학적으로 유의한 향상을 보이지 않았지만 긍정적인 효과를 보였다. 대조군에서는 보행속도에서 유의한 향상 보였으며, 보행주기, 입각기 대칭 지수에서 유의하지 않았지만 긍정적인 효과를 보였으나, 보장 대칭

Table 7. Changes in the BBS

(unit: score)Table 1. General characteristics of the subjects

| | Experimental group | Control group | t | p |
|----------|--------------------|---------------|-------|------|
| pre | 37.40±8.56 | 41.00±9.29 | 1.103 | 0.27 |
| post | 38.33±9.96 | 41.07±10.14 | .745 | 0.46 |
| Pre-Post | 0.93±2.21 | 0.06±2.54 | -.767 | 0.44 |
| t | -1.629 | -.101 | | |

M±SD: mean±standard deviation

Table 8. Changes in the FRT

(unit: cm)

| | Experimental group | Control group | t | p |
|----------|--------------------|---------------|------|------|
| pre | 18.30±5.05 | 18.83±4.75 | .298 | 0.27 |
| post | 19.00±5.74 | 20.26±4.94 | .640 | 0.46 |
| Pre-Post | 0.70±1.86 | 1.42±2.60 | .275 | 0.78 |
| t | -1.467 | -2.124 | | |

M±SD: mean±standard deviation; *p<.05; **p<.01

지수에서 -0.79 ± 15.35 감소하였다. 균형 능력에서는 FRT에서 유의한 향상을 보였으며, BBS에서 유의한 향상을 보이지 않았지만 긍정적인 효과를 보였다. 이러한 결과로 트레드밀 보행훈련은 보행속도와 FRT의 향상에 기여하는 것으로 여겨지고, 시청각 바이오피드백을 이용한 트레드밀 보행훈련은 보행속도의 향상에 기여하는 것으로 여겨진다.

이러한 결과를 통해 본 연구에서는 시청각 바이오피드백을 이용한 트레드밀 보행훈련이 편마비 환자의 보행속도 개선에 기여하고 보행주기, 입각기 대칭 지수, 보장 대칭 지수에 긍정적인 효과를 보이며 균형 능력 향상에 긍정적인 효과를 보인 것을 알 수 있었다.

바이오피드백과 보행 특성에 대한 최근 연구에서 Druzbecki 등은 그들의 연구에서 뇌졸중 환자 50명을 대상으로 2주간 시각적 바이오피드백의 유무에 따른 트레드밀을 사용한 보행훈련에서 연구군 환자들은 입각기의 단축 그리고 비마비측 유각기 길이와 사이클 길이 증가에 상당히 유의한 개선을 보였다고 하였으며 또한, 두 그룹간 시공간 매개변수 또는 추가적으로 평가된 매개변수들에서 유의한 차이가 없었다고 하였다.¹²⁾ 조남정, 이동엽은 만성 뇌졸중 환자 21명을 대상으로 실시한 시각리듬 자극이 보행과 고유수용성감각에 미치는 영향에 대한 연구에서 연구군은 보행속도와 분속수, TUG시간이 유의하게 증가하였고, 고유수용성감각이 유의하게 증가하였다. 본 연구에서는 시청각 바이오피드백을 이용한 트레드밀 보행훈련을 6주간 적용하여 보행특성 중 보행속도가 유의하게 증가하였고, 시공간 보행 매개변수에서는 유의한 차이가 없었던 부분이 선행연구와 일치하였다.²³⁾

바이오 피드백과 균형 능력에 대한 연구에서 조남정은 만성 뇌졸중 환자 21명을 대상으로 4주간 시청각 리듬 자극을 적용한 보행훈련을 실시하여 기능적 팔 뻗기 검사와 TUG에서 유의한 차이가 있었다고 하였으며, 지상구 등은 뇌졸중 환자 26명을 대상으로 전신 거울 앞에서 운동한 군과 거울이 없는 장소에서 운동한 군으로 나누어 6주간 연구를 실시하여 실험군과 대조군 모두 족저압, BBS, TUG에서 연구 전 보다 연구 후에 통계학적으로 유의한 변화를 보였으며, 군간 비교에서 훈련 후에 연구군이 대조군에 비해 유의한 변화를 보였다고 하였다.^{24,25)} 김연희등은 뇌졸중 환자 38명을 대상으로 정적 균형 훈련 프로그램과 동적 균형 훈련 프로그램을 적용하여 시각적 바이오피드백 훈련이 균형 능력의 향상을 가져올 수 있었다고 하였다.²⁶⁾ 본 연구에서는 시청각 바이오피드백을 이용하여 트레드밀 보행훈련을 실시하였으며, 균형 능력을 측정하기 위하여 BBS, FRT를 사용하였다. BBS와 FRT에서 연구군과 대조군 모두 연구 전보다 연구 후 향상되었음을 알 수 있었으나 통계학적으로 유의하지 않아 선행 연구와는 다른 결과를 나타내었다.

본 연구의 결과는 편마비 환자의 보행능력과 균형 능력 증진을 위해서는 시청각 바이오피드백을 이용한 트레드밀 보행훈련이 일반 트레드밀 보행훈련 보다 더 긍정적인 영향을 미치는 것을 알 수 있었고, 충분한 치료시간과 치료 방법이 필요한 것으로 사료되고, 연구 대상자들의 유병기간이 6개월에서 60개월 까지 다양하였고 적은 수의 대상자, 짧은 연구기간으로 인해 일반화 시키는데 제한점이 있다. 추후 이러한 연구의 제한점을 보완하여 시청각 바이오피드백을 이용한 트레드밀 보행훈련이 편마비 환자의 보행특성과 균형 능력의 향상에 있어 효과적인 방법을 제시할 수 있는 연구가 필요하다고 사료된다.

본 연구는 시청각 바이오피드백을 이용한 트레드밀 보행훈련이 편마비 환자의 보행과 균형에 미치는 영향에 대해 알아보 고자 하였다. 연구군은 일반적 운동치료와 시청각 바이오피드백을 이용한 트레드밀 보행훈련을 실시하였고, 대조군은 일반적 운동치료와 시청각 바이오피드백이 제공되지 않은 트레드밀 보행훈련을 실시하였다.

운동 프로그램으로 인한 보행특성과 균형을 변화시키기 위하여 Gait Trainer 2를 이용한 보행속도, 보행주기, 입각기 대칭 지수, 보장 대칭 지수의 변화를 측정하였고, BBS, FRT의 변화를 알아보기 위하여 3회 반복 측정 후 평균값을 구하고 연구 전·후에 평가하여 결과를 비교 분석하였다.

연구군과 대조군의 보행특성 변화는 운동 전보다 6주 후 보행속도에서 유의하게 향상되었으며, 두 그룹간의 보행특성 변화 비교에서 유의한 차이가 없었으나 입각기 대칭 지수와 보장 대칭 지수의 평균 차이에서 연구군이 대조군 보다 높아 연구군에서 긍정적인 효과를 보였다. 두 그룹간의 균형능력 변화 비교에서 유의한 차이는 없었으나 BBS의 평균 차이에서 연구군이 대조군보다 높아 긍정적인 효과를 보였고, FRT의 평균 차이에서 대조군이 연구군보다 높은 효과를 보였다.

이상의 결과로 볼 때, 편마비 환자에 대한 트레드밀 보행훈련은 보행속도 향상에 기여하고, 시청각 바이오피드백을 이용한 트레드밀 보행훈련은 편마비 환자의 보행속도 향상과 보행주기, 입각기 대칭 지수, 보장 대칭 지수, 균형 능력에 긍정적인 효과를 보이는 것으로 사료된다. 따라서 시청각 바이오피드백을 이용한 트레드밀 보행훈련은 보행특성과 균형능력 향상에 긍정적인 운동 방법으로 제시 할 수 있으며, 추후 시청각 바이오피드백을 이용한 트레드밀 보행훈련을 통한 보행특성과 균형에 미치는 영향을 보다 포괄적으로 적용하기 위하여 다양한 바이오피드백 적용에 따른 편마비 환자의 보행과 균형능력 분석, 트레드밀 보행훈련 시 근활성도의 분석으로 치료적 접근이 필요 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Veerrier LA, Langan J, Shumway-Cook, et al. An

- intensive massed practice approach to retraining balance post-stroke. *Gait Posture*. 2005;22:154-63.
2. de Haart M, Geurts AC, Dault MC, et al. Restoration of weight-shifting capacity in patients with postacute stroke: a rehabilitation cohort study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86:755-62.
 3. Hsu AL, Tang PF, Jan MH. Analysis of impairments influencing gait velocity and asymmetry of hemiplegic patients after mild to moderate stroke. *Arch Phys Med Rehabil*. 2003;84:1185-93.
 4. Chen CL, Chen HC, Tang SFT, et al. Gait performance with compensatory adaptations in stroke patients with different degree of motor recovery. *Am J Phys Med Rehabil*. 2003;82:925-35.
 5. Mauritz KH. Gait training in hemiparetic stroke patients. *Eur Med Phys*. 2004;40(3):165-78.
 6. Dobkin BH. Strategies for stroke rehabilitation. *Lancet Neurol*. 2004;3(9):528-36.
 7. 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 patients. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82:1547-50.
 8. Tyson SF, Selly AB. The effect of perceived adherence to the bobath concept on physiotherapist' choice of intervention used to treat postural control after stroke. *Disabil Rehabil*. 2007;29(5):395-401.
 9. Carson RG, Swinnen SP. Coordination and movement pathology: models of structure and function. *Acta Psychol*. 2002;110(2-3):357-64.
 10. Geiger RA, Allen JB, O'Kneefe J, et al. Balance and mobility following stroke: effects of physical therapy interventions with and without biofeedback/forceplate training. *Phys Ther*. 2001;81(4):995-1005.
 11. Hwang BY. Effects of proprioceptive control program on the balance and walking in the persons with chronic stroke. Keimyung University. 2002.
 12. Druzbecki M, Guzik A, Przsada G, et al. Efficacy of gait training using a treadmill with and without visual biofeedback in patients after stroke: a randomized study. *J Rehabil Med*. 2015;47(5):419-25.
 13. Hyun DS, Choi JD. The effects of backward walking with rhythmic auditory stimulation on gait and balance in patients with stroke. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*. 2013;14(12):6237-45.
 14. Park BS et al. Effects of both conventional overground gait training and gait trainer with partial body weight support on spatio temporal gait parameters of patients after stroke. *J Phys Ther Sci in press*.
 15. Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JI, et al. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. *Physiother*. 1987;41(2), 304-11.
 16. Duncan PW, Weiner DK, et al. Functional reach: a new clinical measure of balance. *J Gerontol*. 1990;45(6): 192-7.
 17. Teixeira-Salmela LF, Olney SJ, Nadeau S, et al. Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic survivors. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80:1211-8.
 18. Shumway-Cook A, Fay BH. Assessing the influence of sensory interaction on balance. *Phys Ther*. 1986;66: 1548-50.
 19. Moore S, Woollacott MN. The use of biofeedback devices to improve postural stability. *Phys Ther Pract*. 1993;2:1-19.
 20. Mulder T, Hulstyn W. Sensory feedback therapy and theoretical knowledge of motor control and learning. *Am J Phys Med*. 1984;63:226-44.
 21. Visintin M, Barbeau H, Korner-Bitensky N, et al. A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation. *Stroke*. 1998;29:1122-8.
 22. Winter DA. Biomechanics of normal and pathological gait: Implication for understanding human locomotor control. *J Motor Behavior*. 1989;21:337-56.
 23. Cho NJ, Lee DY. The effects of visual rhythmic stimulation in gait and proprioception with chronic stroke patients. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*. 2010;11(9):3353-57.
 24. Cho NJ. The effects of visual·auditory rhythmic stimulation(VARS) in static balance and dynamic balance with chronic stroke patients. *Korean Society of Integrative Medicine*. 2013;1(4):9-14.
 25. Ji SG, Nam GW, Kim MK, et al. The effect of visual feedback training using a mirror on the balance in hemiplegic patients. *The Korean Society of Physical Medicine*. 2011;6(2):153-63.
 26. Kim YH, Shin JE, Kim DH, et al. Effect of dynamic balance training using visual biofeedback of center of pressure in patients with. *J Korean Acad Rehab Med*. 2004;28(6):515-22.