

## 편마비 환자의 트레드밀과 체중지지의 트레드밀 훈련이 균형능력 및 보행능력에 미치는 영향

김성철<sup>1</sup> · 허영구<sup>2</sup>

<sup>1</sup>제주대학병원

<sup>2</sup>제주한라대학교 물리치료학과

### The Effect of Treadmill and Body Weight Support Treadmill Training on Balance and Gait Ability in Hemiplegia Patients

Sung-Chul Kim<sup>1</sup> · Young-Goo Hur<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Dept. of Physical Therapy, Jeju National University Hospital*

<sup>2</sup>*Dept. of Physical Therapy, Jeju Halla University*

#### Abstract

**Purpose:** The purpose of this study is to investigate and to verification of changes that the effect of treadmill and body weight support treadmill training on balance and gait ability for sub-acute stroke patients during 4 week. **Method:** 16 subjects who was diagnosed stroke were divided into 2 groups(8-treadmill training group, 8-body weight support treadmill group) by randomized control trial. Both training programs were consisted with 40 minutes, 5 times a week for 4 weeks and after training programs. **Analysis:** We analysed effects and changes on balance and gait ability. Analyses were performed using PASW ver. 18.0 and results were reported as mean  $\pm$  standard deviation (S.D.). To investigate within group comparisons and to verification on effects of exercise, we did paired t test and repeated measured ANOVA test. Significance was set at  $p < .05$ . **Result:** Both training programs showed positive changes in Limit of Stability but significant results which is area of hemiside, area of intact side, area of posterior, total area were reported in body weight support treadmill training group. Changes of Berg Balance Scale was significantly increase and it had significant correlation between groups. Changes of 6 Minutes Walking Test was significant increase in both groups but there was no significant changes on Foot print and Romberg test. **Conclusion:** After considering all factors, both training programs showed effect on improvement of balance and gait ability in sub-acute stroke patients, but body weight support treadmill training group had better improvement in dynamic balance than treadmill training group. For the increase of balance and gait ability in sub-acute stroke patients, we need to continues study on difference of treadmill and body weight support treadmill and then we will give stroke patients a better satisfaction if we develop and provide a rehabilitation program for improvement of balance and gait ability.

**Key words :** Treadmill training, Balance and Gait ability

© 2017 by the Korean Physical Therapy Science

## I. 서 론

우리나라 2011년 사망원인 보고에 의하면 악성 신 생물(암)에 이어 뇌혈관 질환이 두 번째였으며, 인구 10만 명당 뇌혈관 질환이 남성은 48.6명, 여성은 52.8 명이었다(통계청, 2012). 뇌졸중 발생 후 신경학적·기능적 결함이 잔존하고(Chen & Patten, 2005), 근력약화, 운동 조절, 통증, 경직, 균형능력 저하로 인해 균형 및 보행 문제로 일상생활능력이 감소하며(Janice & Pei, 2007), 운동성 회복을 저해하여 낙상 위험을 증가시킨다. 특히, 지면에서 발을 떼지 않고 균형을 유지한 상태에서 무게중심을 이동할 수 있는 최대 거리로 정의 되는 안정성 한계(limit of stability)의 감소와(Geiger et al., 2001), 기립 자세에서의 자세동요(postural sway)의 증가(Horack & Diener, 1994)가 나타나며, 이러한 균형능력 감소는 뇌졸중 환자의 보행과 기능적인 동작을 어렵게 한다.

최대심혈관체력은 동 나이대의 좌식생활을 하는 일반인에 비해 절반에 해당하고(Potempa et al., 1995), 보행 에너지 소비량은 55%-100%가량 더 높다(Gersten & Orr, 1971). 또한 뇌졸중 환자의 최대산소섭취량은 기본적인 일상생활을 수행하기 위한 수준보다 낮으며(Ivey et al., 2006), 발병 후 감소된 신체활동수준은 부적절한 심혈관 건강에 영향을 주고 심혈관 질환이 재발할 위험도를 증가시켜 일상생활의 참여를 제한하여 삶의 질을 낮춘다.

특히 뇌졸중 환자의 일상생활을 제한하는 가장 큰 장애는 보행 장애다(Barbeau & Visintin, 2003). 뇌졸중 발병 후 65%-85%는 6개월 내에 다시 보행을 할 수 있으나 만성기에서는 비정상적인 보행패턴이 나타난다(Wade et al., 1987). 보행거리도 상당히 제한적이며(Mayo et al., 1999), 대부분 느린 보행속도와 감소된 지구력이 나타나고(Chen & Patten, 2005), 보행능력의 감소 및 소실은 뇌졸중 환자에게 장기간 장애를 유발하여 치료 및 관리에 대한 부담으로 작용하게 된다

(Moseley et al., 2005). 이러한 이유로 보행능력의 향상은 물리치료 중재에 있어 일차적인 목표가 되기 때문에(Duncan et al., 2011), 다른 기능적인 활동보다 보행 훈련에 더 많은 시간을 투자하고(Latha et al., 2005), 이러한 보행훈련의 목적은 활 보장(stride length) 주기를 증가시키는 것과 동시에 보행의 대칭성을 회복하는 것이다(Mauritz, 2002).

또한 트레드밀 훈련을 안전하게 수행할 수 없는 기능수준이 낮은 환자들의 조기 보행훈련을 위해 체중 지지 트레드밀(body weight supported treadmill)이 사용된다(Janice & Pei, 2007). 체중지지 트레드밀 훈련은 편마비 환자의 체중을 지지하여 하지의 협응과 운동 조절을 촉진하고 보행에 필요한 근육 사용을 최소화하여 효과적인 운동전략 발달을 가능하게 하고(Miller et al., 2002), 체중지지 트레드밀 훈련을 시행한 그룹에서는 일반적인 트레드밀 훈련을 시행한 그룹보다 보행속도와 보행거리, 균형능력, 하지의 운동 회복이 상당히 높았다(Visintin et al., 1998). 하지만 다른 연구에서는 트레드밀 훈련과 체중지지 트레드밀 훈련 간의 속도나 다른 보행분석학적 항목에서 통계학적인 차이는 없었으며(Moseley et al., 2005), 또 다른 연구에서는 두 가지 훈련법은 모두 보행능력을 향상시켰다고 보고하였다(Teasell et al., 2003). 이러한 이유는 현재까지 트레드밀과 체중지지 트레드밀을 이용한 보행 훈련에 대한 구체적인 운동 강도, 빈도, 기간에 대한 일치되는 기준이 없기 때문이다(Faranceschini et al., 2009). 따라서 두 가지 훈련방법에 대한 체계화된 프로토콜을 정립하기 위한 지속적인 연구가 필요한 실정이다.

본 연구에서는 아급성기 편마비 뇌졸중 환자들을 대상으로 4주간의 트레드밀, 체중지지 트레드밀 훈련을 통해 나타나는 균형 및 보행능력의 미치는 영향을 규명하고 체계화된 운동처방의 기초 자료로 제시하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상

본 연구의 대상자는 J도내 위치한 J대학병원에 뇌졸중을 진단받고 입원중인 환자 20명을 대상으로 실시하였다. 체중지지 트레드밀 훈련 그룹 10명, 트레드밀 훈련 그룹 10명으로 무선 배정 하였다. 이들은 뇌졸중으로 입원한 환자로 본 연구의 목적과 내용을 설명하고 연구 참가 동의를 받은 후 실시하였으며, 훈련 프로그램에 참여한 대상자는 뇌졸중으로 인하여 편마비로 진단을 받고 발병 후 3개월 이하인 환자, 10m이상 독립 보행이 가능한 환자, 심폐질환이나 내과 및 정형외과적 질환이 없는 환자, 한국판 간이 정신상태 검사 Mini-Mental State Examination(MMSE-K)에서 24점 이상으로 본 연구내용을 이해하며 의사소통이 가능한 환자로 설정하였다. 또한 본 연구의 목적을 달성하기 위해 J대학교병원 연구윤리심의위원회(Institutional Review Board, IRB)의 승인을 받은 후 진행 하였다. 그 결과 체중지지 트레드밀 훈련 그룹에서 훈련 불참 1명과 타 병원 이송 1명을 합하여 총 2명이 탈락하여 최종적으로 8명이 참여했고, 트레드밀 훈련 그룹에서 2명이 타 병원 이송으로 탈락하여 8명이 최종적으로 참여 하였다. 이들 값에 대한 두 그룹 간의 동질성을 검정하기 위하여 독립표본 t-검정을 실시한 결과 두 그룹 간에 통계적 유의한 차이는 나타났지 않았다.

### 2. 연구 설계

본 연구는 4주간 아급성기 편마비 뇌졸중 환자를 대상으로 트레드밀, 체중지지 트레드밀을 적용한 훈련의 실험 전·후 측정을 통하여 균형능력 및 보행능력에 미치는 효과와 차이를 분석하고, 두 집단 간 훈련 후 균형능력 및 보행능력을 비교하여 트레드밀과 체중지지 트레드밀의 타당성을 검증 할 수 있는 실험 연구로 설계모형은 (그림 1)과 같다.

### 3. 측정도구 및 방법

#### 1) 균형 검사 도구

환자의 균형능력을 평가하기 위한 상호작용 균형장치(Biorescue®, RM Ingeniery, France)다. 힘 판(force plate)은 50×50cm 크기로, 발의 위치가 서로 30°의 각도로 놓이고, 양측 뒤꿈치의 내경은 3cm이며, 양측 발을 힘 판(force plate)에 그려져 있는 발 모양에 맞게 올려놓은 후 아무것도 잡지 않은 상태로 안정 기립 상태를 유지 하면서 균형능력을 측정하였다(그림 2). 모든 평가는 3회를 측정하여 얻은 결과 값의 평균값을 이용하였다.

#### (1) Foot print(체중분포 면적)

양측 발을 힘 판에 그려져 있는 발 모양에 맞게 올라선 후, 정적 균형을 측정하기 위해 두 발로 기립 자세에서 60초간 전방을 향하는 동안 압력변환기에 놓이는 체중의 백분위를 측정하였다. 한 개의 발판에 체중의 50%가 실리는 경우가 가장 이상적인 형태이다.

#### (2) Romberg test

양측 발을 힘 판에 그려져 있는 발 모양에 맞게 올라선 후, 측정 방법을 동영상을 통해 설명하고 측정을 실시하였다. 눈을 감은 자세와 눈을 뜬 자세에서 60초 동안 기립자세의 정적 균형을 측정 하는 방법으로 무게 중심의 좌표(coordinates of center pressure) 이동면적을 측정하였다. 이동 면적이 적을수록 정적 안정성이 좋음을 의미한다.

#### (3) Limits of stability(안정성 한계범위)

양측 발을 힘 판에 그려져 있는 발 모양에 맞게 올라선 후, 측정 방법을 동영상을 통해 설명하고 측정을 실시하였다. 기립 상태에서 화면에서 제시하는 화살표의 방향대로 발을 움직이지 않고 안정성을 유지하면서 가능한 멀리 체중을 이동하여 동적 안정성을 측정하였다. 체중이동 거리가 클수록 안정성이 좋음을 의미하고 좌측/우측, 전방/후방 4개 방향에서 측정된 전체 안정성 한계 범위를 측정 하였다.

## 2) 임상적 측정방법

본 연구에서 대상자의 기능적인 균형능력의 측정(한글판 버그균형척도[Korean Version of Berg Balance Scale, K-BBS])과 보행능력의 측정(6분 보행검사[6 minute walking test, 6MWT])방법을 사용 하였다.

### (1) 한글판 버그균형척도(K-BBS)

버그균형척도는 정적 균형능력과 동적 균형능력을 객관적으로 측정하는 방법으로 Berg 등(1989)에 의해서 만들어 졌다. 영문판을 번역한 한글판 버그균형척도는 14개의 항목으로 구성되어 앉기, 서기자세, 자세 변화의 3개 영역으로 이루어져 있다. 한 항목 당 최소 0점에서 최고 4점을 적용하고 14개의 항목에 대한 총합은 56점으로 점수가 높을수록 균형이 좋은 것으로 평가한다. 21-40점은 보조기의 도움으로 보행이 가능하고, 41-56점은 독립적인 보행이 가능하다고 하였다(Elliott, 1997). 이 검사는 측정자 간 신뢰도는 ( $r=.97$ )이고, 측정자 내 신뢰도는 ( $r=.97$ )로서 균형능력을 평가하는데 높은 신뢰도와 내적 타당도를 가지고 있다(정한영 등, 2006).

### (2) 6분 보행검사(6MWT)

6분 보행검사는 뇌졸중 보행 지구력을 측정하는데 유용한 평가 도구이다. 대상자들은 1m 간격으로 마커가 표시 된, 30m 길이의 보행로를 왕복한다. 검사 동안 가능한 빠르게 많은 거리를 걷도록 하나 걷는 속도와 휴식시간은 환자의 능력에 맞추어 스스로 조절 할 수 있도록 하였다. 6분 보행검사는 측정자 내 신뢰도( $r=.90$ )가 높은 것으로 보고되었다(Butland et al., 1982).

## 4. 훈련운동 프로그램

본 연구에 선정된 대상자 16명을 무작위 배정으로 트레드밀 훈련 그룹, 체중지지 트레드밀 훈련 그룹으로 선정하였다.

## 1) 트레드밀 훈련 그룹, 체중지지 트레드밀 훈련 그룹 운동프로그램

본 운동 프로그램은 트레드밀 훈련 그룹, 체중지지 트레드밀 훈련 그룹에서 주 5회 4주에 걸쳐 훈련을 실시하였고, 그 효과를 비교하기 위한 목적으로 하였다.

각 프로그램은 한 세션당 준비운동(스트레칭) 5분, 본 운동 30분, 정리운동(스트레칭) 5분, 총 40분으로 구성되어 있으며 트레드밀 훈련 그룹은 트레드밀(Medical Treadmill Mt-400, Sungdomc Ltd, Korea)을 이용하여 훈련을 진행하였고, 체중지지 트레드밀 훈련 그룹은 체중지지 훈련기(Unweighing System Offset (945-480), Biodex, USA)를 이용하여 트레드밀 훈련을 진행하였다.

각 환자군의 트레드밀 훈련 속도는 증상 제한 저속도 점진적 운동 부하 프로토콜(symptom-limited low-velocity graded treadmill protocol)을 이용하여 결정하였다. 저속도 점진적 운동 부하 프로토콜(Marco et al., 1997)은 뇌졸중 환자를 위해 고안된 운동 검사 방법으로 경사도 0, 속도는 0.5마일에서 시작하여 분당 0.1마일씩 점진적으로 속도를 올려 대상자가 편안하고 좋은 보행패턴을 유지 할 수 있는 가능한 빠른 속도로 보행 속도를 결정하며, 체간과 사지의 정렬 및 자세 이상 등이 나타나거나 보행이 불균형하게 되면 속도를 이전 속도로 낮춘다. 또한 운동자각도 RPE(Rate of perceived exertion)는 11-13(보통이다. 약간 힘들다)을 기준으로 적용하였다.

체중지지 트레드밀 훈련 그룹은 훈련 초 체중지지 비율은 몸무게의 40%정도의 체중을 보조한 상태에서 실시하여 대상자의 보행능력의 향상에 따라서 주당 5%씩 점진적으로 체중지지 비율을 감소시켰다. 두 군 모두 훈련 시작 후 대상자가 피로감이나 통증을 호소하거나 보행자세의 변화, 호흡이상, 안색이 변화 등이 있을 시에는 즉시 훈련을 중지하였다. 본 운동 프로그램은 <표 1>과 같다.

## 5. 분석방법

본 연구를 위해 측정된 자료는 PASW(Statistical

Package for Predictive Analysis Soft Ware)18.0 version 통계프로그램을 사용하여 집단의 기술통계분석을 통한 평균(mean) 및 표준편차(Standard Deviation)를 산출하였다.

운동프로그램 훈련 전 트레드밀 훈련 그룹 및 체중지지 트레드밀 훈련 그룹의 신체특성을 비교하기 위해 Independent t-test 방법을 사용하였고, 두 운동프로그램의 훈련 전·후 균형능력 및 보행능력의 변화를 보기 위하여 대응표본 t-검증(Paired t-test)을 사용하였으며, 운동의 효과를 검증하기 위하여 반복분산측정(repeated measure ANOVA) 방법을 실시하였다. 모든 통계적 유의 수준은  $p < .05$ 로 설정하였다.

### III. 연구결과

#### 1. 연구대상자의 일반적인 특성

본 연구 대상자의 일반적 특성은 <표 2>와 같다.

#### 2. 균형능력

##### 1) Foot print 변화

4주 간 체중지지 트레드밀 훈련 그룹과 트레드밀 훈련 그룹이 운동프로그램 적용 후 Foot print 변화는 <표 3>과 같다. 두 훈련 그룹에서 마비측의 체중분포 면적, 비마비측의 체중분포 면적, 마비측과 비마비측의 체중분포 면적 비율 항목에 대해 통계적 유의한 차이가 나타나지 않았다.

##### 2) Romberg test 변화

4주 간 체중지지 트레드밀 훈련 그룹과 트레드밀 훈련 그룹의 운동프로그램 적용 후 Romberg surface 변화는 <표 4>와 같다. 두 훈련 그룹에서 Romberg surface 항목에 대해 통계적 유의한 차이가 나타나지 않았다.

##### 3) Limits of stability 변화

4주 간 체중지지 트레드밀 훈련 그룹과 트레드밀

훈련 그룹의 운동프로그램 적용 후 Limits of stability 변화는 <표 5>와 같다. 체중지지 트레드밀 훈련 그룹에서 마비측 면적, 비마비측 면적, 후방 면적, 총 면적 항목에서 통계적으로 유의하게 증가하였고, 트레드밀 훈련 그룹에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

##### 4) Berg Balance Scale 변화

4주 간 체중지지 트레드밀 훈련 그룹과 트레드밀 훈련 그룹의 운동프로그램 적용 후 Berg Balance Scale 변화는 <표 6>과 같다. 두 훈련 그룹에서 Berg Balance Scale 항목에 대해 통계적으로 유의하게 증가하였고, 시간과 운동프로그램에 대해 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

#### 2. 보행 능력

##### 1) 6 Minutes Walking Test 변화

4주 간 체중지지 트레드밀 훈련 그룹과 트레드밀 훈련 그룹의 운동프로그램 적용 후 6 Minutes Walking Test 변화는 <표 7>과 같다. 두 훈련 그룹에서 6 Minutes Walking Test 항목에 대해 통계적으로 유의하게 증가하였다.

### IV. 논의

균형조절을 하기 위해 신경학적 손상이 있는 뇌졸중 환자에서 나타나는 불안정성은 자세조절시스템에 방향성 정보를 제공하는 체성감각계, 시각계, 전정계의 부적절한 상호작용으로 나타나게 되어(Nashner & Black, 1983), 기립 자세에서 마비 측 하지로 체중을 적게 주어 자세의 비대칭적인 특성이 나타난다(Anderson, 1990). 따라서 뇌졸중 후 나타나는 균형 장애는 환자의 일상생활동작과 운동성의 회복을 방해하고 낙상의 위험을 증가시키는 원인으로 작용하는데(Tyson et al., 2006), Chen & Patten(2003)은 체중지지 트레드밀 보행이 과제 특수 훈련과 적절한 보행 운동학으로 걷지 못하는 환자에게 보다 정상적인 보행을

위한 감각입력을 제공한다고 보고하였다. Bohannon (1986)은 뇌졸중 환자 33명을 대상으로 기립 균형정도와 보행능력관계의 상관관계를 연구한 결과에서 높은 상관관계가 있다고 보고하였으며, 뇌졸중 환자의 기능적 회복과 성공적인 일상으로의 복귀를 위하여 균형 장애를 조기에 평가하여 적절하게 대처하고 균형능력을 향상시키는 치료를 제공하는 것이 필요하고 (김수경, 2008), 김명진, 이정호(2003)는 체중지지 트레드밀 훈련 후 뇌졸중 환자의 기립 균형능력이 향상된 것을 보고하였다. 본 연구에서 나타난 Foot print 결과는 마비측 발의 체중분포 면적이 두 그룹에서 모두 증가하여 마비측 체중이동 훈련에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보이나, 비마비측 발의 체중분포 면적은 체중지지 트레드밀 훈련 그룹에서 증가하는 경향을 보였지만 트레드밀 훈련 그룹에서는 감소하는 경향을 보여 두 훈련간의 편차가 존재하는 것으로 보인다. 이에 따라 마비측과 비마비측 간의 체중분포 면적 비율은 트레드밀 훈련 그룹에서는 마비측으로 늘어나고, 비마비측으로는 줄어들어 균형적으로 기립 자세를 유지하는 것으로 나타났고, 체중지지 트레드밀 훈련 그룹에서는 마비측과 비마비측의 체중분포 면적이 모두 증가하여 긍정적인 변화를 보였지만 체중분포 면적에 대한 증가율 차이 때문에 오히려 비마비측을 기준으로 한 체중분포 면적 비율은 더 나빠지는 경향을 보였다. 그리고 Romberg test 결과에서 체중지지 트레드밀 훈련 그룹과 트레드밀 훈련 그룹에서 모두 자세동요 면적이 감소하는 경향을 보였다. 따라서 두 훈련 프로그램에서 나타난 뇌졸중 환자의 기립 자세에서 마비측 체중지지와 자세동요의 감소로 인해 정적인 안정성에 긍정적인 영향을 미치는 결과를 보여주었다.

안정성 한계(Limit of stability)란 신체 중심이 지지기저면의 변화 없이 안전하게 이동 되어 질 수 있는 면적 또는 범위이고(McCollum et al., 1989), 균형을 정상적으로 유지하기 위한 생역학적 요소 중에 하나이다. Tyson 등(2006)은 뇌졸중 환자의 균형을 증진시키고 낙상의 위험요소를 감소시키기 위해서는 안정성 한계의 범위를 증진시켜야 된다고 보고하였다. 안정

성 한계는 통상적으로 선 자세에서 측정자의 지지면과 지지면의 가장자리에 대한 신체중심점의 위치와 높이, 체중에 영향을 받는다(Shumway-Cook & Woollacott, 2001). 최근에는 실제적인 안정성 한계는 신체중심점의 위치와 속도와의 상호작용을 하여 영향을 받는 것으로 나타났다. 즉, 지지면 가장자리 부근에서 신체중심점의 움직임 속도가 빠르면 안정성을 회복하기가 힘들어진다. 뇌졸중 환자는 자세조절을 위한 역동적인 움직임과 감각과 관련해 자신의 신체에 대한 정확한 모델을 발달시키기 어렵다. 따라서 안정성 한계에 대한 정확한 심상 또는 모델은 자세조절 회복에 필수적이며, 자세에 대한 실제상과 내적 심상의 불일치는 불안정성과 낙상의 위험을 증가시킨다(Shumway-Cook & Woollacott, 2001). 본 연구결과 두 그룹에서 모두 마비측, 비마비측 하지와 전·후방 및 총면적의 안정성 한계가 증가하여 두 프로그램 모두 안정성 한계에 긍정적인 영향을 끼치는 것으로 보인다. 하지만 마비측, 비마비측, 후방, 총 면적 항목에서 체중지지 트레드밀 훈련 그룹에서만 유의한 결과 값을 나타냈다. 이는 체중지지 트레드밀 훈련이 체중을 지지하여 하지의 협응과 운동조절을 촉진하기 때문에 (Miller et al., 2002), 트레드밀 훈련보다 안정성 한계가 증가하여 동적인 안정성에 더 긍정적인 영향을 미치는 것으로 보인다.

버그균형척도(Berg balance scale)는 평가 및 재평가, 평정자간 신뢰도가 좋으며, 노인의 낙상을 예측하는 평가방법으로(Berg et al., 1989), 뇌졸중환자를 대상으로 시행한 버그균형척도에서도 높은 신뢰성이 보고되었다(Blum & Korner-Bitensky, 2008). 버그균형척도에서 56-54점 범위에서 1점이 감소하면 낙상위험률이 3-4% 증가하며, 54-46점 범위에서는 1점이 감소할 때마다 낙상위험률이 6-8% 증가하고, 36점 이하일 경우에는 낙상위험률이 100%에 달하기 때문에 버그균형척도에서 1점의 변화는 낙상위험률에 상당한 변화를 가져올 수 있다(Shumway-Cook et al., 1997). Kneena 등(1984)은 보행능력은 균형과 관련한 감각과 상관이 있음을 보고하였고, 정대근 등(2008)은 체중지지 트레드밀 훈련을 추가적으로 수행한 그룹에서 버그균형척도

점수가 더 향상되었다고 보고하였다. Hesse 등(1999)의 연구에서 편마비환자에게 있어서 부분적인 체중지지로 트레드밀 훈련을 하는 것이 지면에서 보행훈련을 하는 것 보다 균형훈련에 도움이 된다고 하였다. 본 연구결과 두 그룹모두 버그균형척도에서 유의하게 향상되는 모습을 보여 체중지지 트레드밀과 트레드밀 훈련은 아급성기 뇌졸중 환자의 정적 및 동적 균형능력을 향상시켜 보행능력을 향상시키는 것으로 볼 수 있다.

Dettman 등(1987)은 마비측 하지에 무게중심을 옮기지 못하기 때문에 보행이상이 나타난다고 하였으며, 이로 인해 뇌졸중 환자는 보행 시 마비측 하지에 체중부하를 못해 무의식적으로 입각기를 단축시켜 보폭, 보행속도, 보행주기가 감소하게 된다(이경무 등, 2003). 하지만 전계호 등(1999)은 체중지지 트레드밀 훈련은 뇌졸중 환자의 마비측 및 비마비측 하지의 단하지 지지기가 길어지고, 마비측 하지로 체중지지를 유도하여 보행의 대칭성을 향상시킨다고 보고하였다. 최현희 등(2009)은 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 수정된 속도 의존 트레드밀 걷기 운동(MSTWE)과 체중지지 트레드밀 훈련(BWS)은 보행속도 개선 및 보폭향상에 효과적이라고 보고하였고, Fulk 등(2008)은 뇌졸중 환자를 대상으로 체중지지 트레드밀 훈련을 시행한 결과 52%에서 기능적 보행능력과 보행속도, 보행거리의 향상이 나타났다고 보고하였다. 전계호 등(1999)은 체중지지 트레드밀을 수행한 뇌졸중 환자의 산소섭취량이 감소하는 결과를 보고하였다. 본 연구결과 6분 보행검사(6 Minutes Walking Test)에서 체중지지 트레드밀과 트레드밀 훈련 그룹에서 모두 유의하게 향상된 것으로 나타났다. 따라서 두 훈련 프로그램은 아급성기 뇌졸중 환자의 마비측 체중지지와 심폐기능을 향상시켜 보행지구력 및 보행속도를 개선시켜 보행 능력 향상에 더욱 효과적임을 알 수 있다.

이상의 연구 결과를 종합해 보면, 트레드밀과 체중지지 트레드밀 훈련이 아급성기 뇌졸중으로 인한 편마비 환자들의 균형능력 및 보행능력의 개선에 모두 효과적이지만, 두 그룹을 비교하였을 때 트레드밀 훈련이 정적균형에 더욱 효과적이었으며, 체중지지 트

레드밀 훈련에서는 동적균형이 더욱 효과가 높은 것으로 나타났다. 그리고 보행능력에서는 두 그룹 모두 효과가 높은 것으로 나타났다.

따라서 앞으로는 뇌졸중 환자의 균형능력 및 보행능력을 증진시키기 위한 구체적인 재활방법과 기간 등을 규명하기 위해 다양한 환경의 변화를 통하여 나타나는 차이점을 좀 더 구체적으로 비교분석하여 뇌졸중 환자의 균형능력 및 보행능력을 향상시키기 위한 재활훈련프로그램을 개발, 보급하여 삶의 질에 있어서 더 큰 만족을 줄 수 있을 것이라고 사료된다.

## V. 결론

본 연구는 아급성기 편마비 뇌졸중 진단을 받은 환자를 대상으로 트레드밀 훈련과 체중지지 트레드밀 훈련이 균형능력 및 보행능력에 미치는 효과와 차이를 분석하였다. 분석한 결과를 토대로 본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 4주간의 트레드밀 훈련과 체중지지 트레드밀 훈련 운동프로그램 적용 후 Foot print의 변화는 마비측의 체중분포 면적, 비마비측의 체중분포 면적, 마비측과 비마비측의 체중분포 면적 비율 항목에서 통계적 유의한 차이가 나타나지 않았다.

둘째, Romberg surface의 변화는 통계적 유의한 차이가 나타나지 않았다.

셋째, Limits of stability의 변화는 두 훈련 그룹에서 모두 긍정적인 변화가 나타났으나, 체중지지 트레드밀 훈련 그룹에서 마비측 면적, 비마비측 면적, 후방 면적, 총 면적 항목에서 통계적으로 유의하게 증가하였다.

넷째, Berg Balance Scale의 변화는 두 훈련 그룹에서 통계적으로 유의하게 증가하였고, 시간과 운동프로그램에 대해 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다.

다섯째, 6 Minutes Walking Test의 변화는 두 훈련 그룹에서 통계적으로 유의하게 증가하였다.

여섯째, 그룹 간 균형능력에서 체중지지 트레드밀 훈련 그룹에서 한글판 버그균형척도의 변화에 대해 통계적 유의한 차이가 나타났다.

## 참고문헌

- 김명진, 이정호(2003). 체중지지 트레드밀훈련이 편마비 환자의 보행과 서기균형에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지, 10, 29-35.
- 김수경(2008). 뇌졸중 환자의 균형 능력에 영향을 미치는 요인. 한국스포츠리서치, 19(6), 125-134.
- 박래준, 김재욱, 김수민(2003). 과제 지향적 기능 훈련이 뇌졸중 환자의 균형에 미치는 영향. 대한물리치료학회지, 16(4), 1103-1112.
- 박창일, 문재호(2007). 재활의학. 서울 : 한미의학.
- 이경무, 한수환, 김용석(2003). 편마비 환자에서 직선 및 회전 보행 시 체중부하 비대칭성의 영향. 대한재활의학회지, 27, 173-177.
- 전계호, 조강희, 김봉옥(1999). 체중 탈부하가 편마비 보행에 미치는 영향. 대한재활의학회지, 23, 371-376.
- 정대근(2007). 아급성기 뇌졸중 환자의 체중지지 트레드밀 보행 훈련이 보행과 균형에 미치는 영향. 미간행 석사학위논문. 대구대학교 대학원.
- 정한영, 박진희, 심재진, 김명중, 황미령, 김세현 (2006). 한글화된 berg균형검사법의 신뢰도 분석. 대한재활의학회지, 30(6), 611-618.
- 최현희, 이택현, 장명재(2009). 두 가지 유형의 트레드밀 걷기운동이 만성 편마비의 보행능력에 미치는 영향. 대한스포츠의학회지, 27, 11-121.
- 통계청(2012). 2011년 사망원인 통계(보도 자료).
- Anderson, T. P. (1990). Rehabilitation of patient with complete stroke. Philadelphia, Saunder's Company.
- Barbeau, H., & Visintin, M. (2003). Optimal outcomes obtained with body weight support combined with treadmill training in stroke subjects. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 84, 1458-1465.
- Berg, K., Wood-Dauphinee, S. L., Williams, J., & Gayton, D. (1989). Measuring balance in the Elderly: preliminary development of an instrument. Physiother Canada, 41, 304-311.
- Blum, L., & Korner-Bitensky, N. (2008). usefulness of the berg balance scale in stroke rehabilitation: A systematic review. PHYS THER, 88, 559-566.
- Bohannon, R. W. (1986). Strength of lower limb related to gait velocity and cadence in stroke patients. Physiother Can, 38, 204-208.
- Bohannon, R. W., & Leavy, K. M. (1995). Standing balance and function over the course of acute rehabilitation. Arch phys Med Rehabi, 76(11), 994-996.
- Brooks, D., Davis, A. M., & Maglie, G. (2006). Validity of 3 physical performance measures in inpatient geriatric rehabilitation. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 27(1), 105-109.
- Butland, R. J., Pang, J., Gross, E. R., Woodcock, A. A., & Geddes, D. M. (1982). 12minute walking tests in respiratory disease. British Medical Journal, 284(6329), 1607-1608.
- Chen, G., & Patten, C. (2005). Treadmill training with harness support: selection of parameters for individuals with poststroke hemiparesis. Journal of rehabilitation research & development, 4(43), 485-498.
- Chen, G., & Patten, C. (2006). Treadmill training with harness support: selection of parameters for individuals with poststroke hemiparesis. Journal of rehabilitation research & development, 4(43), 485-498.
- Dean, C. M., Richards, C. L., & Malouin, F. (2000). Task-related circuit training improves performance of locomotor tasks in chronic stroke: a randomized controlled pilot trial. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 81(4), 409-417.
- Dettmann, M. A., Linder, M. T., & Sepic, S. B. (1987).



- Relationships among walking performance, postural stability, and functional assessments of the hemiplegic patient. *American Journal of Physical Medicine*, 66(2), 77-90.
- Dobkin, B. H. (2006). Short-distance walking speed and timed walking distance: Redundant measures for clinical trials?. *Neurology*, 66(4), 584-586.
- Duncan, P. W., Sullivan, K. J., Behrman, A. L., Azen, S. P., Wu, S. S., Nadeau, S. E., Dobkin, B. H., Rose, D. K., Tilson, J. K., Cen, S., & Hayden, S. H. (2011). Body weight supported treadmill rehabilitation after stroke. *New England Journal of Medicine*, 364, 2026-2036.
- Elliott, J. (1997). The clinical uses of the berg balance scale. *Physiotherapy*, 83(1), 363-369.
- Faranceschini, M., Carda, S., Agosti, M., Antenucci, R., Malgrati, D., & Cisari, C. (2009). Walking after stroke: What does treadmill training with body weight support add to overground gait training in patients early after stroke? : a single-blind, randomized, controlled trial. *Stroke*, 40, 3079-3085.
- Finch P. S., Bennet J. L., Reitz N. I., & Willam M. A. (1980). *Cardiac rehabilitation: implications for the nurse and other health professionals*. ST Louis, Mo : CV Mosby.
- Fulk, G. D., Echternach, J. L., Nof, L., & O'Sullivan, S. (2008). Clinometric properties of the six-minute walk test in individuals undergoing rehabilitation poststroke. *Physiother Theory Pract*, 24, 195-204.
- Gersten, J. W., & Orr, W. (1971). Effects of plastic and metal leg braces on speed and energy cost of hemiparetic ambulation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 51(2), 69-77.
- Horack, F., & Diener, H. (1994). Cerebellar control of postural scaling and central set. *Journal of Neurophysiology*, 72(2), 479-493.
- Ivey, F. M., Hafer-Macko, C. E., & Macko, R. F. (2006). Exercise rehabilitation after stroke. *NeuroRx*, 3(4), 439-450.
- Keenan, M. A., Perry, & J., & Jordan, C. (1984). Factors affecting balance and ambulation following stroke. *Clin Orohop Relat Res*, 182, 165-171.
- Latha, N. K., Jette, D. U., & Slavin, M. (2005). physical therapy during stroke rehabilitation for people with different walking abilities. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86, s41-s50.
- Marco, R., Katzel, L., Yataco, A., Tretter, L. D., DeSouza, C. A., Dengel, D. R., Smith, G. V., & Silver, K. H. (1997). Low-velocity graded treadmill stress testing in hemiparetic stroke patients. *Stroke*, 28, 988-992.
- Mauritz, K. H. (2002). Gait training in hemiplegia. *Eur J Neurol*, 23-29.
- Mayo, N. E., Wood-Dauphinee, S., & Ahmed, S. (1999). Disablement following stroke. *Disabil Rehabil*, 21(5-6), 258-268.
- McCullum, G., & Leen, T. K. (1989). Form and exploration of mechanical stability limits in erect stance. *J Motor Behav*, 21(3), 225-44.
- Morris, S., Morris, M. E., & Ianssek, R. (2001). Reliability of measurements obtained with the timed "up & go" test in people with parkinson disease. *Physiotherapy*, 80(2), 810-818.
- Podsiadlo, D., & Richardson, S. (1991). The time "up and go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc*, 48(1), 142-148.
- Potempa, K., Lopez, M., Braun, L. T., Szidon, J. P., Fogg, L., & Tincknell, T. (1995). Physiological outcomes of aerobic exercise training in hemiparetic stroke patients. *Stroke*, 26(1), 101-105.
- Sacco, R. L., Gan, R., Boden-Albala, B., Lin, I. F., Kargman, D. E., Hauser, W. A., Shea, S., & Paik, M. C. (1998). Leisure time physical activity

- and ischemic stroke risk : The Northern Manhattan Stroke Study. *Stroke*, 29(2), 380-387.
- Salbach, N. M., Mayo, N. E., Higgins, J., Ahmed, S., Finch, L. E., & Richards, C. L., (2001). Responsiveness and predictability of gait speed and other disability measures in acute stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(9), 1204-1212.
- Shumway-Cook, A., Baldwin, M., Pollisar, N., & Gruber, W. (1997). Predicting the probability of falls in community dwelling older adults. *Phys Ther*, 77, 812-819.
- Shumway-Cook, A., Brauer, S., & Woollacott, M. (2000). Predicting the probability for falls in community dwelling older adults using the timed Up & Go test. *Physiotherapy*, 80, 896-903.
- Teasell, R. W., Bhogal, S. K., Foley, N. C., & Speechley, M. R. (2003). Gait retraining post stroke. *Top Stroke Rehabil*, 10(2), 34-65.
- Tyson, S. F., Hanley, M, Chillala, J. Selley, A., & Tallis, R. C. (2006). Balance disability after stroke. *Phys Ther*, 86(1), 30-8
- Wade, D. T., Wood, V. A., Heller, A., Maggs, J., & Langton, H. R. (1987). Walking after stroke. Measurement and recovery over the first 3 months. *Scand J Rehabil Med*, 19(1), 25-30.

논문접수일(Date Received) : 2018년 01월 10일  
논문수정일(Date Revised) : 2018년 02월 13일  
논문게재승인일(Date Accepted) : 2018년 03월 02일

---

부록 1. 표

표 1. 운동 프로그램

Time	Class Contents		Exercise intensity
Treadmill Training (40 min) & General Rehabilitation (30 min)	Warm-up (5min)	Stretching	RPE 11-13.
	Main Exercise (30min)	Treadmill Gait Training	
	Cool-down (5min)	Stretching Gait Training	
	Total (30min)	Balance Training Postural Control	
Body Weight Supported Treadmill Training (40 min) & General Rehabilitation (30 min)	Warm-up (5min)	Stretching	RPE 11-13.
	Main Exercise (30min)	Body Weight Supported Treadmill Gait Training	
	Cool-down (5min)	Stretching Gait Training	
	Total (30min)	Balance Training Postural Control	

표 2. 연구 대상자의 일반적 특성

Variable	Group	BWST (n=8)	T (n=8)	p
Gender(Male)		6(75%)	4(50%)	.334
Age(yrs)		66.00±11.50	65.75±17.24	.973
Height(cm)		164.25±5.44	160.50±7.01	.252
Weight(Kg)		60.48±7.91	59.06±8.64	.736
Paretic side(Rt/Lt)		Right 3(37.5%)/Left 5(62.5%)	Right 3(37.5%)/Left 5(62.5%)	1.000

BWST=Body Weight Supported Treadmill; T=Treadmill

표 3. 4주 후의 Foot Print의 변화 비교

Variable	Group	BWST (n=8)	p	T (n=8)	p	p		
						g × t	time	group
AS(mm <sup>2</sup> )	pre	119.62±20.03	.331	120.62±24.55	.381	.539	.401	.608
	post	120.87±12.28		128.50±19.26				
NAS(mm <sup>2</sup> )	pre	139.25±14.65	.682	137.12±14.86	.670	.120	.269	.263
	post	140.87±14.93		128.12±12.47				
A/NASR(%)	pre	0.87±0.17	.878	0.89±0.21	.136	.165	.221	.257
	post	0.86±0.09		1.00±0.10				

AS=Affected side; NAS=Non affected side; A/NASR=Affected/non affected side ratio

표 4. 4주 후의 Romberg Surface의 변화 비교

Variable \ Group		BWST (n=8)	p	T (n=8)	p	p		
						g × t	time	group
RS(mm <sup>2</sup> )	pre	168.75±189.16	.840	223.00±259.92	.260	.600	.394	.718
	post	154.75±160.38		165.25±114.49				

RS=Romberg surface

표 5. 4주 후의 Limits of Stability의 변화 비교

Variable \ Group		BWST (n=8)	p	T (n=8)	p	p		
						g × t	time	group
LOSAS(mm <sup>2</sup> )	pre	310.62±252.58	.049	540.87±675.18	.118	.717	.011	.700
	post	1093.00±787.27		1148.25±1367.56				
LOSNAS(mm <sup>2</sup> )	pre	399.50±344.75	.041	705.87±667.12	.241	.835	.031	.383
	post	970.12±533.15		1183.75±1119.24				
LOSF(mm <sup>2</sup> )	pre	419.50±369.82	.082	803.37±723.12	.192	.534	.026	.663
	post	1339.25±1197.10		1347.37±1550.19				
LOSB(mm <sup>2</sup> )	pre	290.50±155.97	.029	443.50±260.08	.153	.777	.020	.365
	post	723.87±382.55		984.62±1047.58				
LOST(mm <sup>2</sup> )	pre	709.75±474.58	.034	1246.62±833.96	.142	.752	.011	.485
	post	2063.37±1190.21		2331.75±2343.31				

LOSAS=Limit of stability affected side; LOSNAS=Limit of stability non affected side; LOSF=Limit of stability front; LOSB=Limit of stability back; LOST=Limit of stability total

표 6. 4주 후의 Berg Balance Scale의 변화 비교

Variable \ Group		BWST (n=8)	p	T (n=8)	p	p		
						g × t	time	group
BBS(score)	pre	28.87±3.68	<.001	37.12±9.65	.005	.025	<.001	.162
	post	44.37±5.06		45.75±8.24				

BBS=Berg balance scale

표 7. 4주 후의 6 Minutes Walking Test의 변화 비교

Variable \ Group		BWST (n=8)	p	T (n=8)	p	p		
						g × t	time	group
6MWT(m)	pre	108.00±22.41	<.001	172.75±93.19	.005	.313	<.001	.145
	post	224.00±67.06		262.25±81.83				

6MWT: 6 Minute walking test

부록 2. 그림

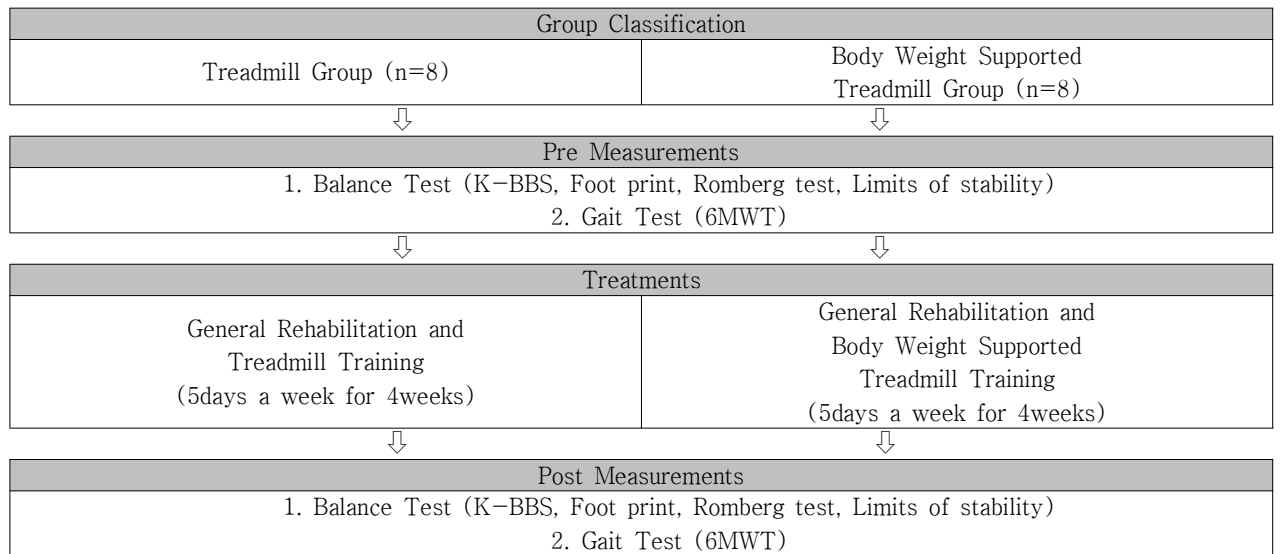


그림 1. 실험 설계

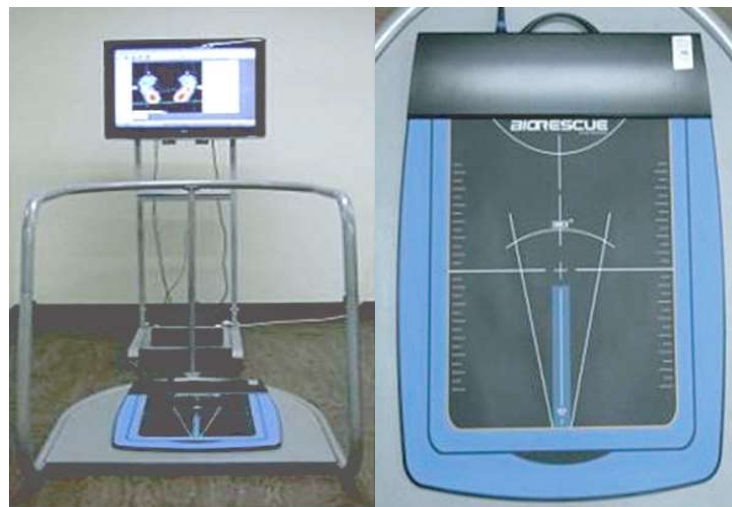


그림 2. Biorescue