



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

석사학위논문

아급성기 편마비 뇌졸중 환자의 트레드밀과 체중지지 트레드밀  
훈련이 균형능력 및 보행능력에 미치는 영향

지도교수 김 영 표

제주대학교 대학원

체육학과

김 성 철

2013年 6月

아급성기 편마비 뇌졸중 환자의  
트레드밀과 체중지지 트레드밀 훈련이  
균형능력 및 보행능력에 미치는 영향

지도교수 김 영 표

김 성 철

이 논문을 체육학 석사학위 논문으로 제출함

2013년 6월

김성철의 체육학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 \_\_\_\_\_ (인)

위 원 \_\_\_\_\_ (인)

위 원 \_\_\_\_\_ (인)

제주대학교 대학원

2013년 6월

<국문초록>

아급성기 편마비 뇌졸중 환자의 트레드밀과 체중지지 트레드밀  
훈련이 균형능력 및 보행능력에 미치는 영향

김 성 철

제주대학교 대학원 체육학과

지도교수 김 영 표

본 연구의 목적은 아급성기 편마비 뇌졸중 환자를 대상으로 4주간의 트레드밀과 체중지지 트레드밀을 적용한 훈련이 균형능력 및 보행능력에 미치는 효과와 차이를 규명하는데 있다. 뇌졸중을 진단받고 입원중인 환자 16명을 대상으로 트레드밀 훈련 그룹 8명, 체중지지 트레드밀 훈련 그룹 8명으로 무선 배정하였다. 두 훈련 운동프로그램은 4주간 주 5회, 회 당 40분간의 운동을 실시하였으며, 훈련의 실험 전·후 측정을 통하여 균형능력 및 보행능력에 미치는 효과와 차이를 분석하였다. PASW ver. 18.0을 이용하여 집단내 측정항목에 대한 평균 및 표준편차를 산출하였고, 실험 전·후 측정항목에 대한 집단 내 차이검증은 대응표본 t-검증을 실시하였고, 운동의 효과를 검증하기 위해 반복분산측정 방법을 실시하였다. 모든 가설의 검증을 위한 유의수준은  $p < .05$ 로 설정하였다. 그 결과, 4주간의 트레드밀과 체중지지 트레드밀 훈련 운동프로그램 적용 후 Limits of stability의 변화는 두 훈련 그룹에서 모두 긍정적인 변화를 보였고, 체중지지 트레드밀 훈련 그룹에서 마비측 면적, 비마비측 면적, 후방 면적, 총 면적 항목에서 통계적으로 유의하게 증가하였으며, Berg Balance Scale의 변화는 두 훈련 그룹에서 통계적으로 유의하게 증가하였고, 트레드밀과 체중지지 트레드밀 훈련이 상호작용이 유의하게 나타났다. 6 Minutes Walking Test의 변화는 두 훈련 그룹에서 통계적으로 유의하게 증가하였으나, Foot print 및 Romberg test의 변화는 통계적 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이상의 연구 결과를 종합해 보면, 두 훈련 운동프로그램은 아급성기 뇌졸중으로 인한 편마비 환자들의 균형능력 및 보행능력의 개선에 모두 효과적이지만, 체중지지 트레드밀 훈련 그룹에서 동적균형이 더욱 효과가 높은 것으로 나타났다. 따라서 앞으로는 아급성기 뇌졸중 환자의 균형능력 및 보행능력을 증진시키기 위해 지속적인 연구를 통해 두 훈련 운동프로그램의 차이점을 비교분석하여, 뇌졸중 환자의 균형능력 및 보행능력을 향상시키기 위한 재활훈련프로그램을 개발, 보급하면 뇌졸중 환자 삶의 질에 더 큰 만족을 줄 수 있을 것이라고 사료된다.

---

\* 이 논문은 2013년 6월 제주대학교 대학원 위원회에 제출된 석사학위 논문임.

# 목 차

<b>I 서론</b> .....	<b>1</b>
1. 연구의 필요성 .....	1
2. 연구의 목적 .....	3
3. 연구의 가설 .....	3
4. 연구의 제한점 .....	4
5. 용어의 설명 .....	4
<b>II 이론적 배경</b> .....	<b>7</b>
1. 뇌졸중의 정의 .....	7
2. 뇌졸중 환자의 균형 .....	8
3. 뇌졸중 환자의 보행 .....	9
4. 트레드밀 훈련 .....	10
5. 체중지지 트레드밀 훈련 .....	11
<b>III 연구방법</b> .....	<b>13</b>
1. 연구 대상 .....	13
2. 연구 설계 .....	14
3. 측정도구 및 방법 .....	15
4. 훈련운동 프로그램 .....	17
5. 자료처리 .....	20
<b>IV 연구결과</b> .....	<b>21</b>
1. 균형 능력 .....	21
1) Foot print 변화 .....	21
2) Romberg test 변화 .....	24
3) Limits of stability 변화 .....	25
4) Berg Balance Scale 변화 .....	29

2. 보행 능력 .....	30
1) 6 Minutes Walking Test 변화 .....	30
V 논의 .....	<b>31</b>
VI 결론 .....	<b>35</b>
참고문헌 .....	<b>36</b>

<List of Tables>

Table 1. Physical characteristics of the subjects .....	13
Table 2. Exercise Program .....	19
Table 3. Comparison of foot print after 4 weeks .....	21
Table 4. Comparison of Romberg surface after 4 weeks .....	24
Table 5. Comparison of Limits of stability after 4 weeks .....	25
Table 6. Comparison of Berg Balance Scale after 4 weeks .....	29
Table 7. Comparison of 6 Minutes Walking Test after 4 weeks .....	30

<List of Figures>

Figure 1. The experimental design .....	14
Figure 2. Biorescue .....	15
Figure 3. Comparison of foot print area on affected side .....	22
Figure 4. Comparison of foot print area on non-affected side .....	22
Figure 5. Comparison of foot print area ratio on Affected/non-Affected side .....	23
Figure 6. Comparison of Romberg surface .....	24
Figure 7. Comparison of Limits of stability on affected side .....	26
Figure 8. Comparison of Limits of stability on non affected side .....	26
Figure 9. Comparison of Limits of stability on front .....	27
Figure 10. Comparison of Limits of stability on back .....	27
Figure 11. Comparison of Limits of stability on total .....	28
Figure 12. Comparison of Berg Balance Scale .....	29
Figure 13. Comparison of 6 Minutes Walking Test .....	30



# I. 서론

## 1. 연구의 필요성

우리나라 2011년 사망원인 보고에 의하면 악성 신생물(암)에 이어 뇌혈관 질환이 두 번째였으며, 인구 10만 명당 뇌혈관 질환이 남성은 48.6명, 여성은 52.8명이었다(통계청, 2012). 뇌졸중은 뇌혈관 경색이나 출혈로 인해 뇌세포의 손상을 일으켜 장기간 장애를 유발한다(Patrasovits & Nair, 1994). 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 정의되는 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 재 발생할 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 보행훈련에 더 많은 시간을 투자하고(Latha et al., 2005), 이러한 보행훈련의 목적은 활 보장(stride length) 주기를 증가시키는 것과 동시에 보행의 대

칭성을 회복하는 것이다(Mauritz, 2002).

과제지향적인(task-oriented) 훈련 중 하나인 트레드밀을 이용한 보행 훈련에 대해 Miller 등(2002)과 Trueblood(2001)는 보행 훈련이 실제보행과 유사하게 이루어지므로 고식적인 재활훈련 방법보다 보행능력을 더 향상시킬 수 있다고 보고하였고, Schindle 등(2000)과 Gardner 등(1998)은 지면보행과 달리 트레드밀 보행훈련은 일정한 속도를 유지할 수 있기 때문에 편마비 환자의 보행능력 향상에 많은 영향을 미칠 수 있다고 하였으며, Waagfjord 등(1990)은 보행하는 동안 마비측 하지의 입각기를 길게 하여 비마비측 하지의 보폭을 증가시키고 결과적으로 대칭적인 보행 패턴을 촉진시키는 효과가 있다고 하였다. 특히 강제적으로 마비측 하지를 이용하여 빠른 속도로 훈련 시 체중 부하 및 마비측 근육의 활성도가 높아져(Janice & Pei, 2007), 고식적인 재활훈련에서는 20분간 보폭횟수가 50-100회 만을 수행하게 되지만 트레드밀 훈련에서는 보폭횟수가 1000회에 달하게 된다(Moseley et al., 2005).

또한 트레드밀 훈련을 안전하게 수행할 수 없는 기능수준이 낮은 환자들의 조기 보행훈련을 위해 체중지지 트레드밀(body weight supported treadmill)이 사용된다(Janice & Pei, 2007). 체중지지 트레드밀 훈련은 편마비 환자의 체중을 지지하여 하지의 협응과 운동조절을 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 보행훈련에 대한 구체적인 운동 강도, 빈도, 기간에 대한 일치되는 기준이 없기 때문이다(Faranceschini et al., 2009). 따라서 두 가지 훈련방법에 대한 체계화된 프로토콜을 정립하기위한 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.

## 2. 연구 목적

본 연구의 목적은 아급성기 편마비 뇌졸중 환자를 대상으로 4주간의 트레드밀과 체중지지 트레드밀을 적용한 훈련이 균형능력 및 보행능력에 미치는 효과와 차이를 규명하는데 있다.

1) 트레드밀 훈련이 아급성기 편마비 뇌졸중 환자의 균형능력(Foot print, Romberg test, Limits of stability, 한글판 버그균형척도)과 보행능력(6분 보행검사)에 미치는 영향을 규명할 것이다.

2) 체중지지 트레드밀 훈련이 아급성기 편마비 뇌졸중 환자의 균형능력(Foot print, Romberg test, Limits of stability, 한글판 버그균형척도)과 보행능력(6분 보행검사)에 미치는 영향을 규명할 것이다.

3) 두 그룹 간 아급성기 편마비 뇌졸중 환자의 균형능력(Foot print, Romberg test, Limits of stability, 한글판 버그균형척도)과 보행능력(6분 보행검사)에 미치는 영향을 규명할 것이다.

## 3. 연구 가설

이와 같은 연구의 목적을 달성 하고자 다음과 같은 구체적인 연구의 가설을 설정 하였다.

1) 트레드밀 훈련과 체중지지 트레드밀 훈련이 아급성기 편마비 뇌졸중 환자의 균형능력(Foot print, Romberg test, Limits of stability, 한글판 버그균형척도)에 긍정적인 변화가 있을 것이다.

2) 트레드밀 훈련과 체중지지 트레드밀 훈련이 아급성기 편마비 뇌졸중 환자의 보행능력(6분 보행 검사)에 긍정적인 변화가 있을 것이다.

3) 트레드밀 훈련과 체중지지 트레드밀 훈련 간에 유의한 차이가 있을 것이다.

#### 4. 연구의 제한점

본 연구를 수행함에 있어서 다음과 같은 제한점을 갖는다.

- 1) 본 연구의 결과는 모든 아급성기 편마비 뇌졸중 환자에게 일반화하여 해석하기 어렵다.
- 2) 본 연구에 참여한 대상자의 치료시간 이외의 외부적 환경을 통제 하는데 제한점이 있다.

#### 5. 용어의 설명

본 연구에서 사용되는 주요 용어의 개념은 다음과 같다.

##### 1) 뇌졸중 환자(Stroke Patient)

뇌졸중이란 뇌조직의 혈액공급의 중단되거나 출혈이 일어나 주로 운동 신경과 감각신경의 장애를 동반하는 상태를 말한다(Sharp & Brouwer, 1997). 본 연구에서는 뇌졸중 발병기간이 3개월 이하이며, 독립보행이 10m 이상 가능하며, 한국판 간이 정신상태 검사 Mini-Mental State Examination(MMSE-K) 점수가 24점 이상인 환자의 정도를 뇌졸중이라 한다.

##### 2) 편마비 환자(Hemiplegia Patient)

편마비란 뇌손상이나 뇌졸중의 후유증의 하나로 운동 및 감각통로의 손상과 함께 고위통합기능의 손상으로 인해 한쪽 신체의 적절한 근 긴장도(muscle tone)와 자세, 선택적인 동작의 조절에 이상이 생긴 것을 말한다(Olney & Richard, 1996).

##### 3) 트레드밀 보행훈련(Treadmill Gait Training)

트레드밀 보행훈련은 트레드밀 위에서 걷는 동안 체중지지, 보행 및 균형과 같은 기본요소들이 통합됨으로 인해 기능적인 자세와 반복적인 보행 움직임을 유도하는 훈련이다(Winstein et al.,

1989; Winter, 1989). 트레드밀 보행훈련은 바른 자세로 체중을 지지한 상태에서 실제와 유사한 보행환경을 반복적으로 제공할 수 있다(정대근 등, 2008).

본 연구에서는 뇌졸중 환자가 트레드밀에서 걷는 훈련을 의미한다.

#### 4) 체중지지 트레드밀 보행훈련(Body Weight Supported Treadmill Gait Training)

편마비 환자들에게 부분적인 체중지지(body weight support) 상태에서의 트레드밀 보행이 지면에 서 실시하는 보행 훈련보다 마비측 하지의 체중지지 시간을 연장시키고 종아리 근육의 일정한 활동 패턴을 유발시켜 보행훈련 뿐만 아니라 균형훈련에도 도움을 준다고 하였다(Hesse et al., 1999).

본 연구에서는 훈련 초 체중지지 비율은 몸무게의 40%정도의 체중을 보조한 상태에서 실시하여 대상자의 보행능력 향상에 따라서 주당 5%씩 점진적으로 체중지지 비율을 감소시키는 것을 의미한다.

#### 5) 균형(Balance)

균형은 기저면(base of support)내에 무게 중심을 유지하고 신체의 이동 시 평형을 지속적으로 유지할 수 있는 능력으로 정의한다(Nashner & Black, 1983). 균형은 정적 균형(static balance)과 동적 균형(dynamic balance)으로 구분되며, 정적 균형은 고정된 지지면에 흔들림 없이 서 있을 수 있는 능력을 말하며(Era et al., 2006), 동적 균형은 지지면에서 움직이거나 외부로부터 자극이 있을 때 혹은 스스로 움직일 때의 능력을 말한다(최경우, 2009).

본 연구에서는 상호작용 균형장치(Biorescue®, RM Ingeniery, France)로 Foot print, Romberg test, Limits of stability와 한글판 버그 균형척도(Korean Version of Berg Balance Scale, K-BBS)의 결과를 의미한다.

#### 6) 보행(Gait)

보행이란 잘 조화된 사지의 운동을 통해 최소한의 에너지를 소모 하면서 효과적으로 신체의 무게 중심을 앞으로 이동시키는 것을 의미한다(김미정 등, 1994; 전중선 등, 2000).

본 연구에서는 6분 보행검사 6 Minute Walking Test(6MWT)의 결과를 의미한다.

7) 아급성기(subacute)

중추신경계 손상으로 인한 뇌졸중 환자는 급성, 아급성, 만성기로 구분되며, 급성과 아급성 뇌졸중 사이의 경계를 1주일 또는 1개월로, 아급성과 만성 뇌졸중의 경계를 6개월 또는 12개월로 구분하여 정의하였다.(Winstein et al., 2003).

## II. 이론적 배경

### 1. 뇌졸중(stroke)의 정의

뇌졸중이란 뇌에 공급되는 혈액순환 문제로 인해 뇌혈관계 질환이 나타난 경우로 전반적인 혹은 국소적인 신경학적 결손의 24시간 이상(WHO의 기준) 지속 되는 것을 말하며, 증상이 24시간 이하로 지속 시 일시적 허혈발작 이라고 한다(Porter, 1993). 뇌졸중을 원인에 따라 분류하면 대뇌 순환 장애(cerebral insufficiency)의 허혈, 고혈압성 뇌증(hypertensive encephalopathy), 색전(embolus)이나 혈전(thrombus)에 의한 뇌경색, 뇌 내출혈(intra cerebral hemorrhage), 동맥류(aneurysm), 뇌혈관기형(arteriovenous malformation), 종양(tumor), 수두증(hydrocephalus)등에 의해 유발한다(박지환, 2008). 그 밖에 위험인자로는 고혈압(hypertension), 부정맥(arrhythmia), 심장질환, 고지혈증(hyperlipidemia), 당뇨(diabetes mellitus), 혈액응고장애, 흡연(smoking)과 섬유소원혈증(fibrinogenemia), 가족력 등이 있으며, 그 외에도 음주, 경구 피임약 등의 원인도 있다(Henry, 1992).

뇌졸중의 종류를 크게 분류하면 뇌경색(cerebral infarction)과 뇌출혈(cerebral hemorrhage), 일과성 뇌 허혈발작(transient ischemic attacks, TIA)이 있다. 뇌경색에는 첫 번째, 뇌 혈전증(cerebral thrombosis)이 있으며 이는 뇌에 관련된 혈관의 동맥에 동맥 경화증이 심하게 나타나서 혈관이 좁아진 상태로 혈액 순환에 장애가 나타난다. 두 번째, 뇌색전증(cerebral embolism)은 색전의 90%는 혈전에 의해서 발생되는데, 혈관 내 덩어리 형태의 이물질이 혈류를 따라 순환하다가 부분적 또는 완전히 폐쇄되면서 동맥이나 정맥이 폐쇄된 상태이다. 세 번째, 열공성 뇌혈관 질환(lacunar disease)은 뇌혈관중 작은 관통 혈관이 폐색되어 발생하며, 주로 기저핵(basal ganglia) 및 대뇌피질(cerebral cortex) 그리고 뇌간(brain stem)에 많이 발생되며 운동장애(motor disorder)와 감각장애(sensory disorder)는 약하게 나타나고 고혈압 및 죽상경화증(atherosclerosis)과 상관관계가 아주 높다(박지환, 2008).

뇌출혈에서는 뇌실 질 내 출혈(intra cerebral hemorrhage, ICH)과 지주막하 출혈(subarachnoid hemorrhage, SAH)로 크게 나눌 수 있다. 뇌실 질 내 출혈은 고혈압의 최대의 인자이며, 뇌심부에 혈류를 공급하는 관통 동맥의 파열에 의해 발생되고 증상은 구토와 두통을 동반하며 출혈의 위치와

크기에 따라서 신경학적 장애가 동반된다. 지주막하 출혈은 두부 외상에 의한 경우에 가장 흔하게 발생하고, 비 외상성인 경우에는 뇌동맥류(cerebral aneurysm)가 파열되어서 생기는 경우가 가장 흔하다. 그 외에 동정맥 기형에서 출혈이 발생하는 경우에도 있다. 뇌동맥류는 뇌동맥이 분지 되는 부위에서 주로 발생되는데 혈관 벽이 결함에 의해서 동맥벽의 꼬리 모양으로 부풀어 오르게 된다. 일반적으로 출혈 시 매우 심한 두통을 유발하여 의식 장애(decreased consciousness)가 동반되는 경우가 많다(박창일, 문재호 2007). 일과성 뇌 허혈발작은 보통 몇 십분 동안에 나타나는 국소적인 허혈성 신경장애를 의미하며, 뇌혈관에 혈전, 색전으로 인해 나타나게 되는데 허혈성 뇌졸중의 60%, 뇌졸중의 10%를 차지하는 원인이 된다(미국 심장협회, 2009).

뇌졸중의 일반적인 증상은 경직(spasticity), 의식장애, 마비 및 부전마비(운동, 감각), 혼란, 조화로운 운동의 장애, 인지장애(cognitive disorder), 판단 및 계획의 장애, 실조(ataxia), 충동증, 의사소통의 장애(실어증)(aphasia). 시야결손(visual field defect), 구음장애(dysarthria), 연하곤란(dysphagia), 질병 불감증, 감정적 불안 등이 있다(Gordon, 1993).

## 2. 뇌졸중 환자의 균형(balance)

균형은 기저면(base of support)내에 무게 중심(center of gravity)을 유지하고 신체의 이동 시 평형(equilibrium)을 지속적으로 유지할 수 있는 능력으로 정의되었고(Nashner & Peters, 1990), 신체의 자세와 무게 중심을 기저면내에서 유지하기 위해 지속적으로 이루어지는 자세의 조절과 적응 과정을 뜻한다(Bobath, 1990). 균형은 수의동작시 자세를 조절하면서 외부 동요에 적절하게 반응하여 자세를 유지하는 복합적인 과정이다(Berg et al., 1992). 균형은 정적 균형(static balance)과 동적 균형(dynamic balance)으로 구분하여 나눌 수 있고, 정적 균형은 고정된 지지면에서 흔들림 없이 서 있는 능력을 말하고, 동적 균형은 지지면에서 움직이거나 외부로부터 자극이 있을 때 혹은 스스로 움직일 때의 균형을 유지하는 능력을 말한다(Ragnarsdottir, 1996). 균형은 신경계와 근골격계의 통합에 의한 매우 복잡한 기능으로 시각(vision), 청각(auditory), 전정기능(vestibular function), 고유수용기(Proprioception) 및 감각수용기(sensory receptor)로부터 유입된 자극이 중추신경계(central nervous system)에서 통합작용, 시각적 공간 인지력, 환경변화에 대해 빠르고 정확하게 반응하는 근 긴장도, 근력, 지구력 및 관절의 유연성 등의 다양한 기능적 요인에 관여한다고 하였다(배성수,



1992).

특히, 뇌졸중을 포함한 중추신경계 질환은 불안정성을 야기하는 자세조절의 소실(loss of postural control)을 일으키며, 균형능력의 감소, 장애와 낙상의 증가와 일상생활능력(Activity of daily living)의 독립도 감소에 영향을 미친다(Shummway-cook & Woollacott, 2006).

균형은 신경근 조절에서 어떠한 변화에도 영향을 받을 수 있는 전체적인 운동 활동으로 생각할 수 있다. 균형 유지의 첫 번째 전략은 자동적으로 일어나는 평형 반응(equilibrium reaction)이고, 평형 반응은 섬세한 자세 조절과 연관성이 있으며 일상생활을 통하여 일어나는 자세 조절과 동일한 단어로 쓰인다. 기저면 바깥으로 중력 중심점이 벗어나는 동작에는 바로서기 반응이 필요하고, 바로서기 반응만으로 불충분할 때 보호 반응이 나타난다고 하였다(황병용, 1999). 균형능력은 나이, 성별, 인지능력, 근골격계 장애, 감각장애, 근 긴장도 등과 같은 다양한 요인에 의해 영향을 받는다(정상미, 2006). 이러한 균형능력의 저하는 환자들에게 일상생활활동 범위를 제한하며, 이차적으로 낙상의 위험을 증가시킨다(정상미, 2006).

뇌졸중 환자는 체중부하(weight bearing)의 대칭성이 손실되며, 비마비측의 체중부하가 61%에서 80%까지 늘어나고 두 발을 지면에서 떼지 않고 균형을 유지한 상태에서 무게중심을 이동할 수 있는 최대 거리로 정의되는 안정성 한계(limits of stability)에 제한이 따르기 때문에 재활훈련의 일환으로 체중부하 훈련을 한다고 하였다(Geiger et al., 2001). 뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 균형 회복을 위한 방법으로 측방 체중 이동(lateral weight shifting), 공을 이용한 방법, 일정 높이의 발판에 비마비측 발을 올리는 방법, 시각적 피드백 훈련(visual feedback training)(Woollacott et al., 1986) 및 청각적 피드백 훈련(Cheng et al., 2011)을 이용한 운동 학습 방법들이 이용되었다.

### 3. 뇌졸중 환자의 보행(gait)

보행동작은 인체의 이동을 위한 가장 기본인 운동으로서 각 분절의 연속적이고 반복적인 움직임으로 이루어지며 실제 100여개의 골격근이 상지와 하지에 여러 관절과 협응을 이루는 복합적인 동작이다. 움직이는 신체 분절들 사이의 협응은 기능적 보행을 위한 필수적 요소이며, 여러 가지 방법으로 주어진 과제에 의하여 변형되기도 한다(Melvyn et al., 2007).

인간의 보행은 사회활동에서 특별히 잘 발달된 운동패턴뿐만 아니라(Sparrow et al., 2002) 상위

운동계의 입력이 요구되며(Yang & Gorassini, 2006), 특히 피질 부위의 주의와 작업 기억과 같은 실행 기능에 관계가 있다(Yogev-Seligmann et al., 2008). 또한 보행의 복잡성이 증가되면 복합 인지 기능과 관련된 뇌 부위에 높은 활동성이 보이며(Malouin et al., 2003), 보행과제가 더 어렵거나 보행패턴이 이미 변경되었다면 이러한 연관성은 더 강하게 나타난다고 하였다(Yogev-seligmann et al., 2008). 뇌졸중 이후 손상은 보행형태를 제한하고 보행 시 과도한 에너지 소비를 유발하는데 특히 노인층 뇌졸중 환자는 동작시간과 형태의 제한, 적절한 보행능력의 유지 부족, 에너지 소비의 증가 및 근 약화가 동반되어 아주 짧은 거리에서도 가장 효율적인 보행속도를 유지하기가 어렵다고 하였다(Fisher & Gullickson, 1978).

편마비 환자는 비대칭적 자세, 균형반응 장애, 보행능력 저하, 그리고 섬세한 기능을 행하는 운동능력 상실 등과 같은 문제점을 가지게 되며(Carr & Shepherd, 2003), 정상적인 보행이 어렵다. 이러한 편마비 환자에게 특징적인 보행양상은 느린 보행주기(gait cycle)와 보행속도, 마비측 보장(step)과 비마비측 보장간의 차이, 마비측의 짧은 입각기(stance phase)와 상대적으로 긴 유각기(swing phase)등이다(Perry, 1992). 편마비 환자는 기립 시 전체 체중의 80%를 정상 측에 지지할 정도로 체중지지의 비대칭이 심각한데, 이러한 비대칭적 기립 자세는 낙상의 가장 큰 원인이 된다. 그러므로 편마비 환자의 재활과정에 있어서 대칭적 자세 조절능력의 향상은 재활치료에서 중요한 비중을 차지하고 있다(황병용, 1999). 그래서 최근의 경향은 과제 지향적 접근법과 특정과제 연습인데, 뇌졸중 환자가 근육활동만 있으면 환경과 개인의 의도에 의미 있는 운동과제를 연습함으로써 과제를 수행하는데 필요한 근수축의 유형, 운동속도 및 근육에 적합한 근육 활동을 학습할 수 있다는 장점이 있다고 하였다(김종만, 1997).

뇌졸중으로 인한 편마비 환자의 기능 회복에 가장 중요한 목표는 보행기능 향상이고 보행훈련이 재활훈련에 중심이 되며, 일상생활에 있어 기능적인 독립을 이루는데 꼭 필요한 요소라고 하였다(Davies, 1985).

#### 4. 트레드밀(Treadmill) 훈련

최근 들어 편마비(hemiplegia) 환자의 보행양상을 증진시키는 트레드밀 보행훈련(treadmill gait training)이 새로운 치료적 접근법으로 이용되고 있다(Hassid et al., 1997; Hesse et al., 1999). 기존

에 트레드밀은 임상에서 심폐장애를 가진 환자들을 검사하기 위해서 사용되어져 왔으나(Frady et al., 1980), 최근 들어 트레드밀 보행훈련이 임상적으로 편마비 환자나 보행장애(gait disturbance)를 가진 환자의 재활에 이용되고 있으며(Visintin et al., 1998), 일반적 치료와 병행하여 실시한 트레드밀 보행훈련은 보행특성의 결과에 유의할만한 향상을 보고하고 있다(Dobkin, 1999; Hesse, 1999).

트레드밀 보행훈련은 단지 기립만을 위한 치료가 아니라 근력강화, 균형, 그리고 보행 패턴의 운동 조절을 재인식시키며(Dobkin, 2004), 치료시점에 독립보행이 가능한 대상자들은 트레드밀 보행훈련이 보행 개선에 효과가 있다고 하였다(Moseley et al., 2003). 또한 최근 연구에 의하면 트레드밀 훈련이 보행능력이나 심혈관 기능 증진뿐만 아니라, 소뇌(cerebellum)나 중간 뇌(midbrain) 그리고 일부 대뇌 겉질 부위를 활성화시켜 신경학적으로 손상당한 뇌졸중 환자의 기능 증진에도 긍정적인 영향을 준다고 보고하였다(Andreas et al., 2009).

트레드밀은 하지에 체중지지와 곧은 자세로 기능적이고 반복적인 걸음을 내딛을 수 있도록 자극한다. 실제적 보행을 통한 보행훈련이 보행을 재학습하기 전에 독립적 보행 요소의 조절을 강조하는 일반적 접근보다 보행능력의 향상을 가져왔다(Winstein et al., 1989). 트레드밀 운동은 두 가지 신경생리학적인 원칙을 갖고 있다. 첫 번째, 고유수용성 감각(proprioception)의 구심성 입력에 장애를 갖고 있는 환자의 반사적인 걸기 형태를 증가시킨다. 두 번째, 각기 다른 임무를 수행하면서, 수많은 반복을 통한 보행 훈련을 할 수 있다(Macko et al., 2005). Malouin 등(1992)은 트레드밀 훈련이 환자들에게 동기부여와 트레드밀 위에서 보행 속도를 유지하도록 하여 환자의 노력을 증가시킨다고 제안하였고, 환자 스스로 가능한 빠른 보행과 같은 패턴으로 많은 반복을 가능하게 하기 때문에 운동학습이론을 뒷받침한다고 하였다. 환자는 기능적이고 목표-지향적인(task-oriented) 접근 방법인 트레드밀 위에서 걷는 동안 보행의 3가지 기본 요소(체중지지, 보행, 균형)를 통합 할 수 있게 된다(Winter, 1989).

## 5. 체중지지 트레드밀(Body Weight Supported Treadmill) 훈련

뇌졸중 환자의 보행 문제점을 개선하기 위하여 평행봉 훈련(parallel bars exercise)과 지면 보행 훈련 등의 기존 치료방법 이외에 다양한 다른 방법들이 시도 되고 있으며, 그 중 하나인 체중지지 트레드밀 훈련 (body weight supported treadmill training, BWSTT)이 새로운 치료적 접근법으로

이용 되고 있다(Miller et al., 2002). 편마비 환자들에게 부분적인 체중지지(body weight support) 상태에서의 트레드밀 보행이 지면에서 실시하는 보행훈련보다 마비측 하지의 체중지지 시간을 연장시키고 종아리 근육의 일정한 활동 패턴을 유발시켜 보행훈련뿐만 아니라 균형훈련에도 도움을 준다고 하였다(Hesse et al., 1999). 또한, 트레드밀에서의 보행훈련은 편마비 환자의 체중지지, 발걸음 균형에 영향을 미친다(Winter, 1989).

독립적인 보행능력(independent gait ability)의 회복은 편마비 환자와 치료사의 가장 중요한 치료 목표중의 하나이다. 체중이 지지된 상태에서 트레드밀에서의 보행 훈련은 뇌졸중 또는 척수 손상(spinal cord injury) 환자의 기능적인 보행 능력의 회복을 위해 기초 과학으로부터 최근 연구 결과를 통합시킨 신경재활(neurorehabilitation) 접근법의 한 예이며, 이런 방법을 체중지지 트레드밀 훈련(body weight supported treadmill training)이라고 하며, 움직이는 트레드밀 벨트에서 체간을 지지한 후 발의 배치를 도와주고, 신전근(extensor)의 긴장도를 회복시키기 위해 자극을 주었을 때 보행 능력이 회복된다(Finch et al., 1991).

최근에는 과제 지향적 접근법 (task-oriented approach)에 근거한 부분체중지지 상태에서의 체중지지 트레드밀 보행훈련은 편마비 환자의 보행능력을 좀 더 빠르게 회복할 수 있게 도움을 주고, 하체를 안정시키며, 근력강화, 균형 및 보행패턴의 운동조절을 재인식시킨다고 보고하고 있다(Sullivan et al., 2002; Werner et al., 2002). 체중지지 트레드밀 보행훈련은 보행 회복을 위해 적절한 신체조건을 만들 수 있는데, 마비측 하지의 지속적인 입각기를 유지하고, 크고 일정한 보폭을 만들며, 발목저측 굴곡근의 강직을 감소시키고, 일반적 지면 보행과 비교 하였을 때 보다 발목거근을 좀 더 활성화 시키는 효과가 있으며, 이것은 근력과 균형훈련과도 연관성이 있다(Hesse et al., 1995). 또한, 체중지지 트레드밀 훈련은 체중지지를 하지 않고 트레드밀에서 훈련하는 것보다 더 효과적으로 나타났다(Sullivan et al., 2002).

### Ⅲ. 연구 방법

#### 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. 본 연구 대상자의 신체적 특성은 <Table 1>과 같다.

Table 1. Physical characteristics of the subjects

Variable	Group	BWST (n=8)	T (n=8)	<i>p</i>
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

## 2. 연구 설계

본 연구는 4주간 아급성기 편미비 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 검증할 수 있는 실험 연구로 설계모형은 <Figure 1>과 같다.

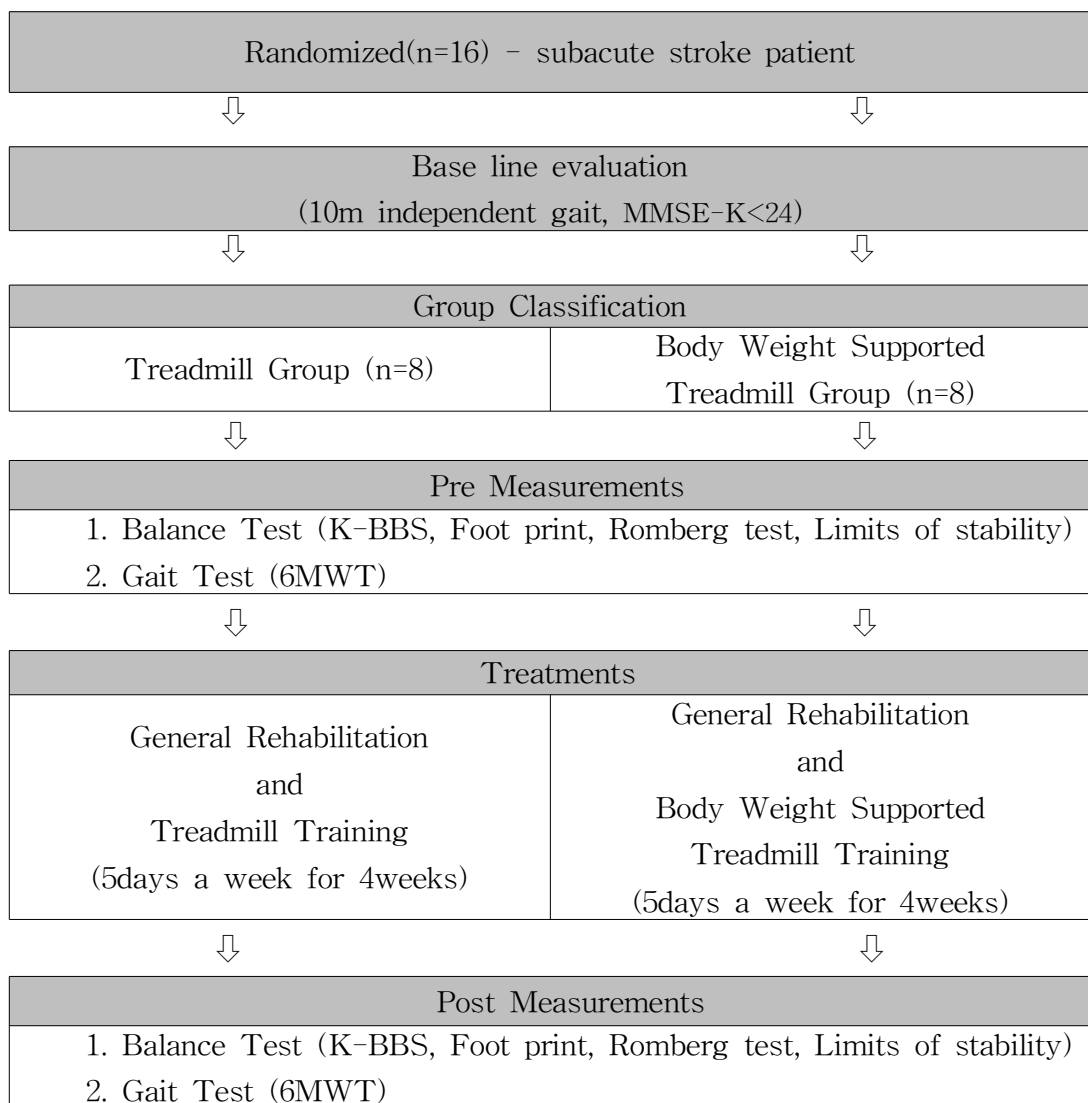


Figure 1. The experimental design

### 3. 측정도구 및 방법

#### 1) 균형 검사 도구를 이용한 측정 방법

##### 균형 검사 도구

환자의 균형능력을 평가하기 위한 상호작용 균형장치(Biorescue®, RM Ingenieri, 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(Figure 2). 모든 평가는 3회를 측정하여 얻은 결과 값의 평균값을 이용하였다.

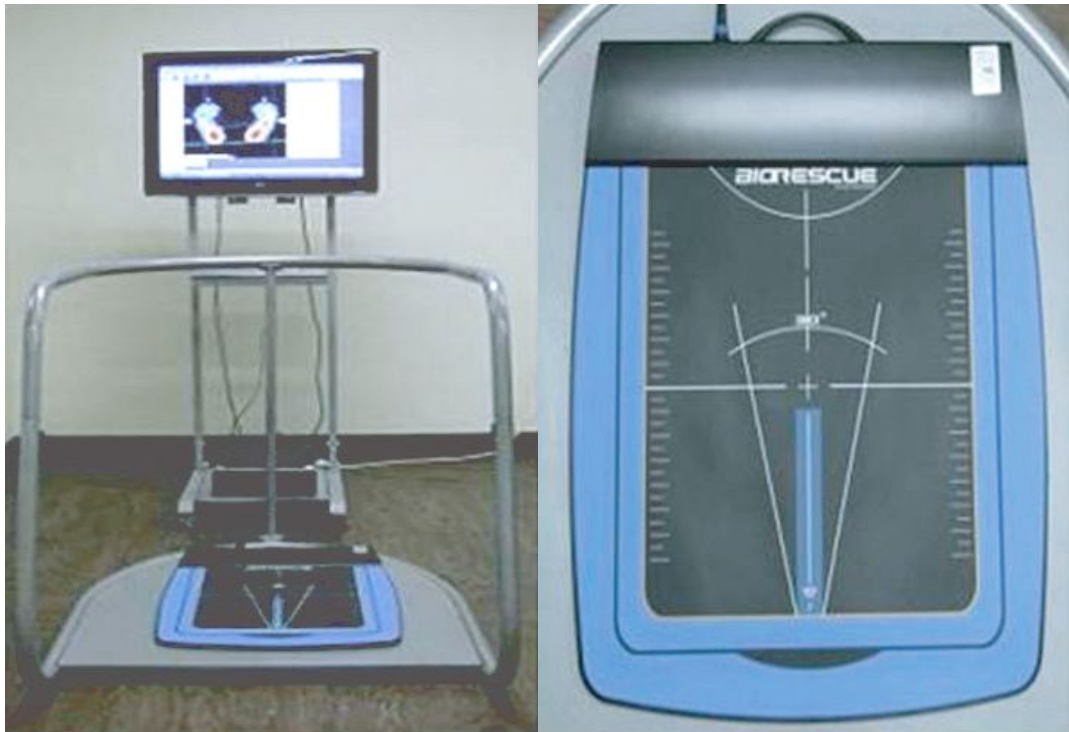


Figure 2. Biorescue

### (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 측정하는 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 있기, 서기자세, 자세변화의 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 <Table 2>과 같다.

Table 2. Exercise Program

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

RPE: Rate perceived exertion

## 5. 자료처리

본 연구를 위해 측정된 자료는 PASW(Statistical Package for Predictive Analysis Software)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 보기위하여 대응표본 t-검증(Paired t-test)을 사용하였으며, 운동의 효과를 검증하기 위하여 반복분산측정(repeated measure ANOVA) 방법을 실시하였다. 가설의 검증을 위한 유의수준은  $p < .05$ 로 설정하였다.

## IV. 연구결과

### 1. 균형 능력

#### 1) Foot print 변화

4주 간 체중지지 트레드밀 훈련 그룹과 트레드밀 훈련 그룹이 운동프로그램 적용 후 Foot print 변화는 <Table 3> 및 <Figure 3, 4, 5>과 같다. 두 훈련 그룹에서 마비측의 체중분포 면적, 비마비측의 체중분포 면적, 마비측과 비마비측의 체중분포 면적 비율 항목에 대해 통계적 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 3. Comparison of foot print after 4 weeks

Group		BWST (n=8)	<i>p</i>	T (n=8)	<i>p</i>	<i>p</i>		
						<i>g</i> × <i>t</i>	time	group
Variable								
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

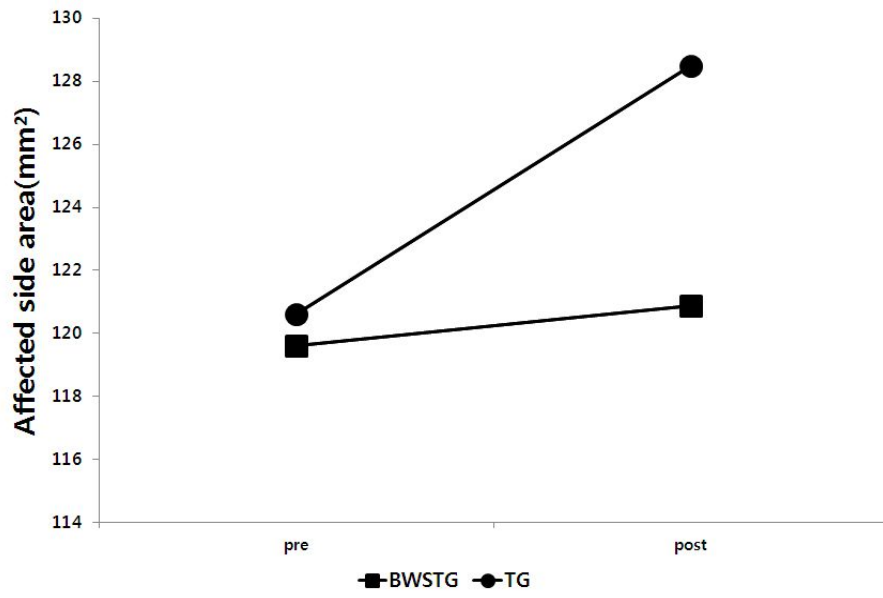


Figure 3. Comparison of foot print area on affected side

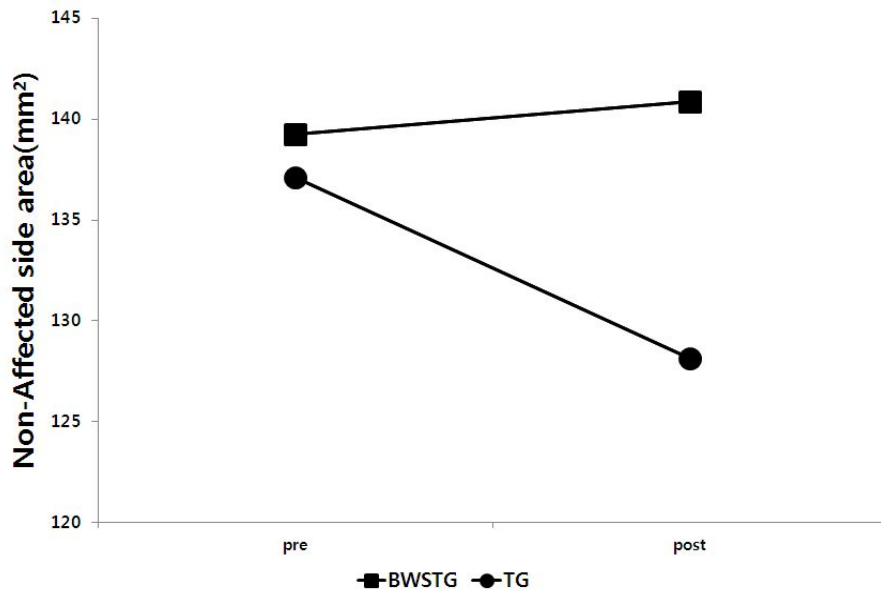


Figure 4. Comparison of foot print area on non-affected side

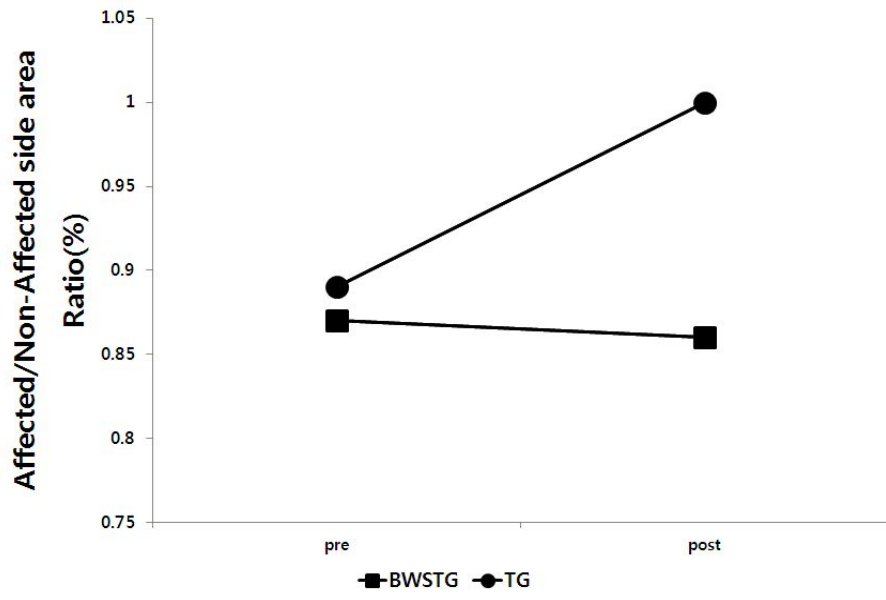


Figure 5. Comparison of foot print area ratio on Affected/non-Affected side

2) Romberg test 변화

4주 간 체중지지 트레드밀 훈련 그룹과 트레드밀 훈련 그룹의 운동프로그램 적용 후 Romberg surface 변화는 <Table 4> 및 <Figure 6>과 같다. 두 훈련 그룹에서 Romberg surface 항목에 대해 통계적 유의한 차이가 나타나지 않았다.

Table 4. Comparison of Romberg surface after 4 weeks

Group		BWST (n=8)	<i>p</i>	T (n=8)	<i>p</i>	<i>p</i>		
						<i>g</i> × <i>t</i>	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

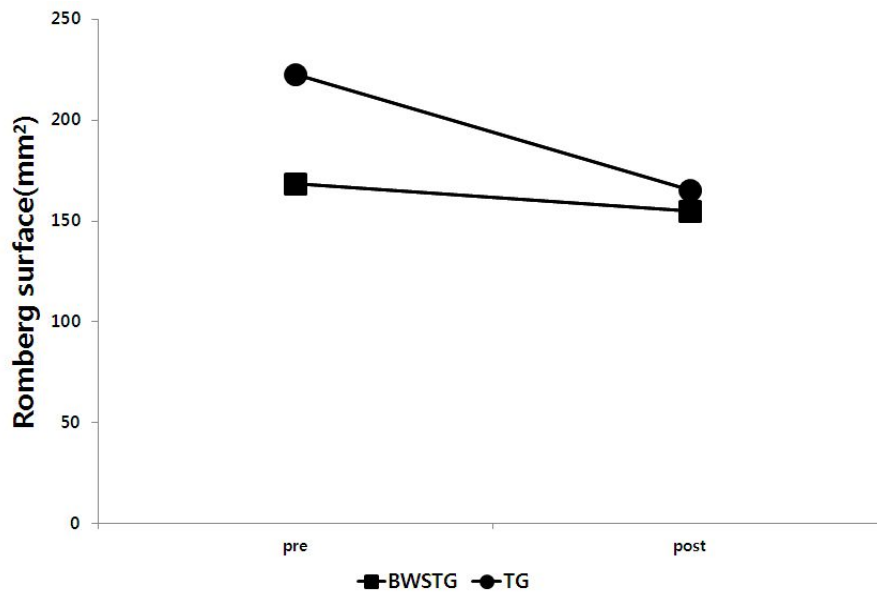


Figure 6. Comparison of Romberg surface



### 3) Limits of stability 변화

4주 간 체중지지 트레드밀 훈련 그룹과 트레드밀 훈련 그룹의 운동프로그램 적용 후 Limits of stability 변화는 <Table 5> 및 <Figure 7, 8, 9, 10, 11>과 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.

Table 5. Comparison of Limits of stability after 4 weeks

Group		BWST (n=8)	p	T (n=8)	p	p		
						g × t	time	group
LOSAS (mm <sup>2</sup> )	pre	310.62±252.58	<b>.049</b>	540.87±675.18	.118	.717	<b>.011</b>	.700
	post	1093.00±787.27		1148.25±1367.56				
LOSNAS (mm <sup>2</sup> )	pre	399.50±344.75	<b>.041</b>	705.87±667.12	.241	.835	<b>.031</b>	.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	<b>.026</b>	.663
	post	1339.25±1197.10		1347.37±1550.19				
LOSB (mm <sup>2</sup> )	pre	290.50±155.97	<b>.029</b>	443.50±260.08	.153	.777	<b>.020</b>	.365
	post	723.87±382.55		984.62±1047.58				
LOST (mm <sup>2</sup> )	pre	709.75±474.58	<b>.034</b>	1246.62±833.96	.142	.752	<b>.011</b>	.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

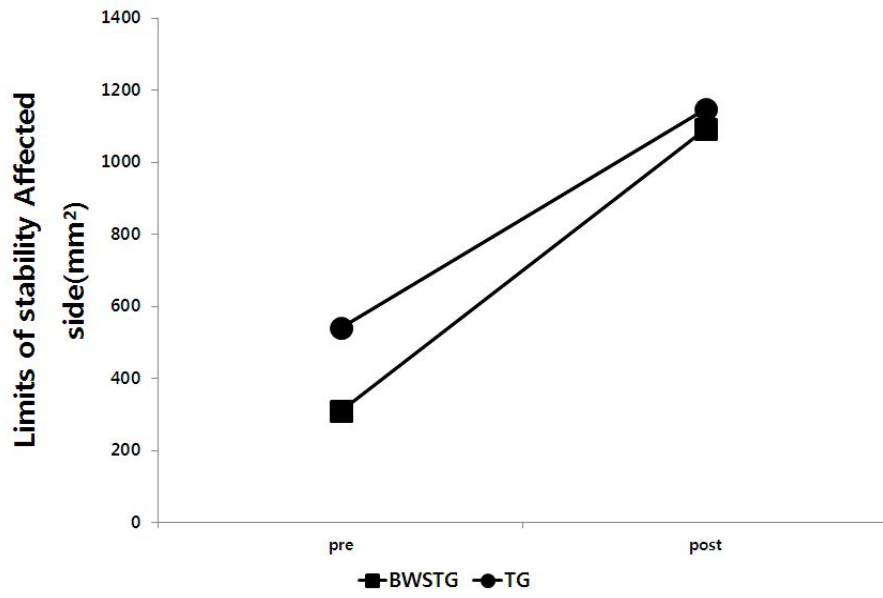


Figure 7. Comparison of Limits of stability on affected side

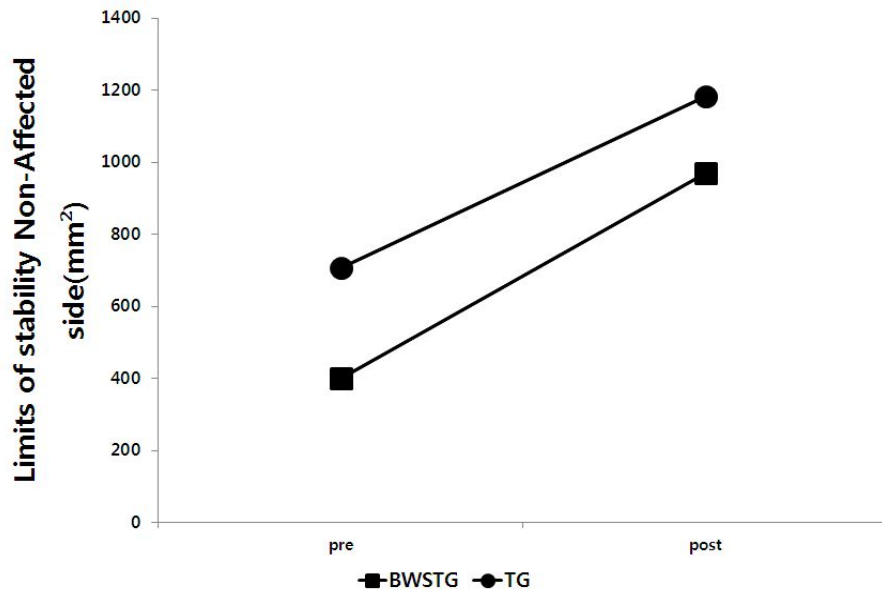


Figure 8. Comparison of Limits of stability on non affected side

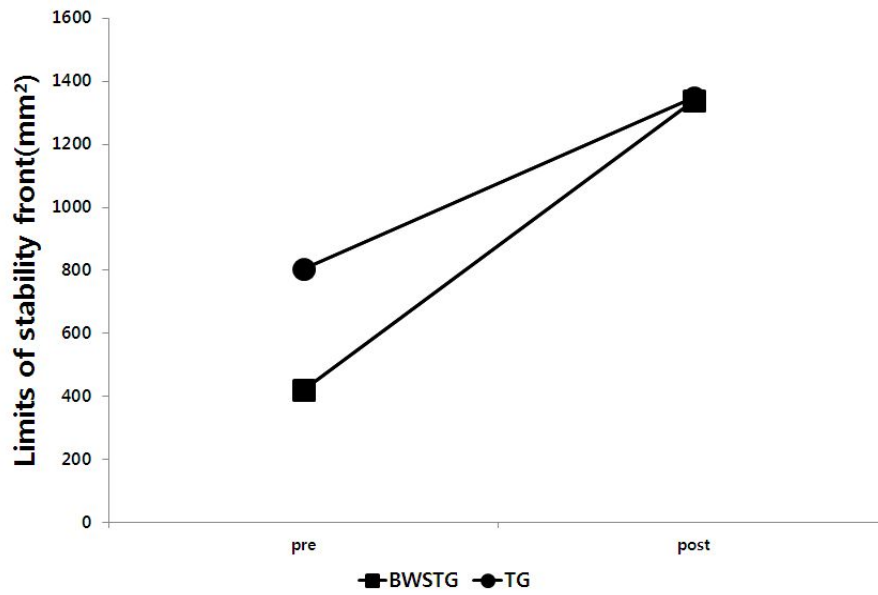


Figure 9. Comparison of Limits of stability on front

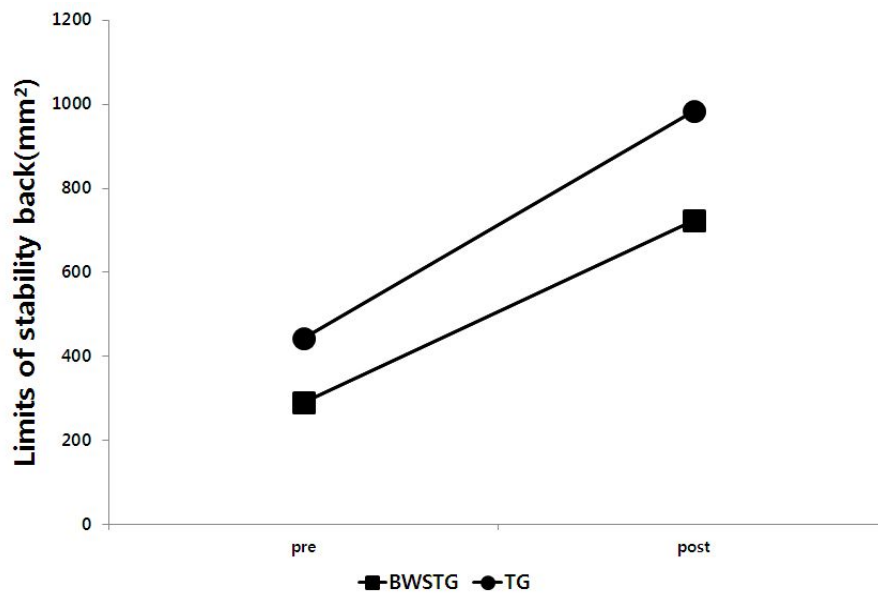


Figure 10. Comparison of Limits of stability on back

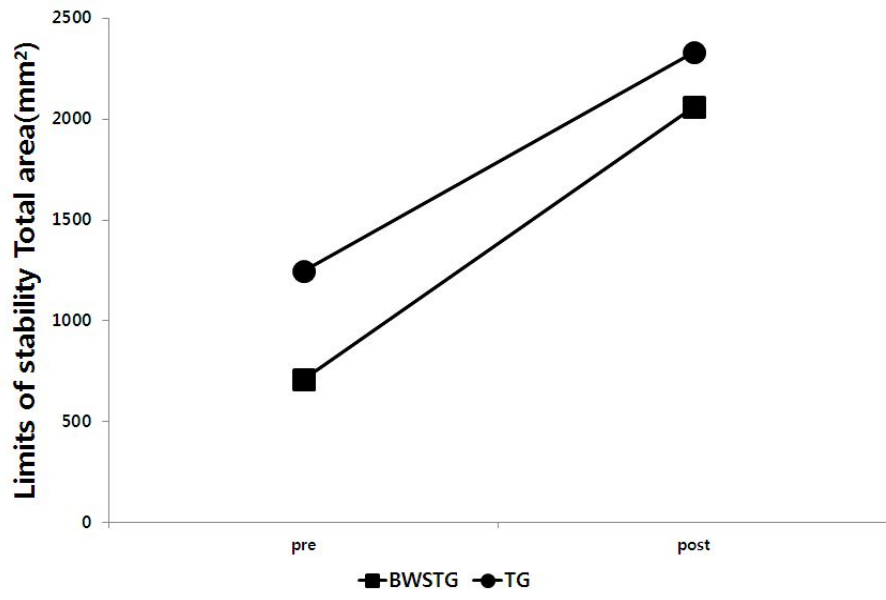


Figure 11. Comparison of Limits of stability on total

#### 4) Berg Balance Scale 변화

4주 간 체중지지 트레드밀 훈련 그룹과 트레드밀 훈련 그룹의 운동프로그램 적용 후 Berg Balance Scale 변화는 <Table 6> 및 <Figure 12>과 같다. 두 훈련 그룹에서 Berg Balance Scale 항목에 대해 통계적으로 유의 하게 증가하였고, 체중지지 트레드밀 훈련과 트레드밀 훈련이 상호 작용이 유의하게 나타났다.

Table 6. Comparison of Berg Balance Scale after 4 weeks

Group		BWST (n=8)	<i>p</i>	T (n=8)	<i>p</i>	<i>p</i>		
						<i>g</i> × <i>t</i>	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

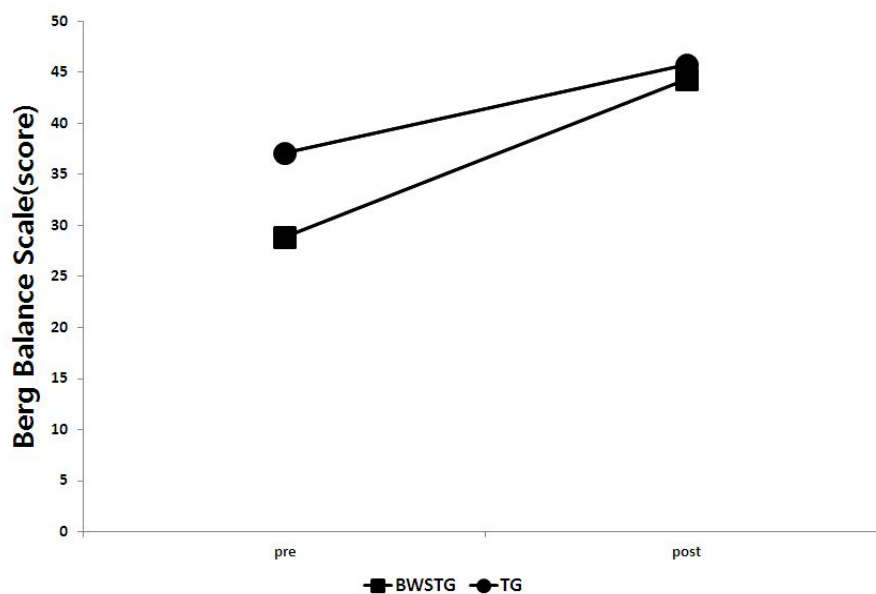


Figure 12. Comparison of Berg Balance Scale

## 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 <Table 7> 및 <Figure 13>과 같다. 두 훈련 그룹에서 6 Minutes Walking Test 항목에 대해 통계적으로 유의 하게 증가하였다.

Table 7. Comparison of 6 Minutes Walking Test after 4 weeks

Group		BWST (n=8)	<i>p</i>	T (n=8)	<i>p</i>	<i>p</i>		
						<i>g</i> × <i>t</i>	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

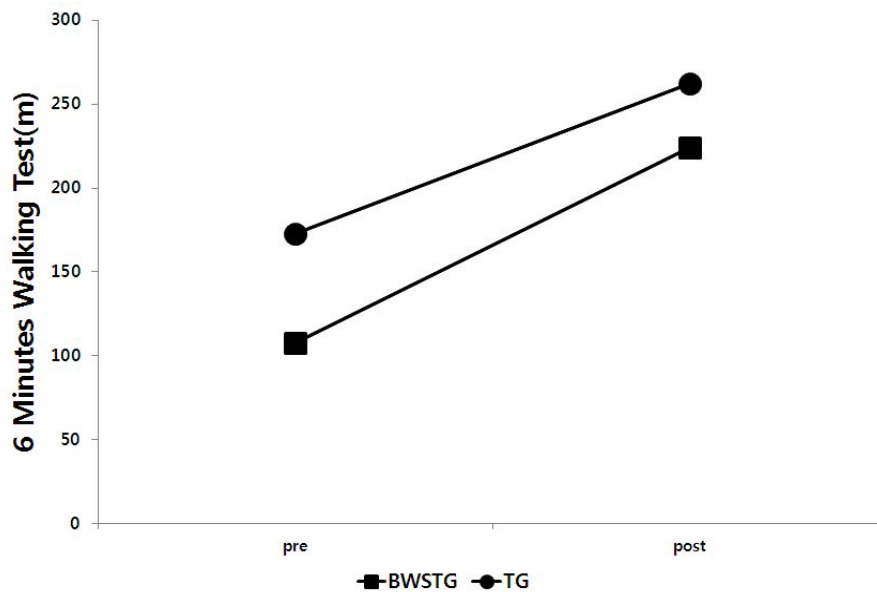


Figure 13. Comparison of 6 Minutes Walking Test

## V. 논 의

신경학적 손상 후, 기능적인 독립성의 회복은 다양한 기술의 재 습득이 요구된다. 공간에서 신체 위치의 조절은 기능적인 기술에 필수적인 부분이며, 자세조절의 회복은 기능적인 회복에 있어 중요한 부분이다. 공간에서 신체의 위치를 조절하는 감각해석과 조절된 행동은 기준 참조를 위한 정확한 심상이나 자세 틀을 제공하는 내적심상 또는 자세도식에 의해 나타난다. 뇌 기능 손상 후 자세 조절의 회복은 자세조절과 연관된 새롭고 정확한 심상의 발달을 뜻하기 때문에(Shumway-Cook & Woollacott, 2001), 기립 자세에서 균형을 평가하는 것은 뇌졸중 환자의 불안정성에 대한 중재를 위해 필수적이다(Shumway-Cook & Horak, 1986).

균형조절을 하기 위해 몸통과 하지 근육의 조화로운 협력으로 자세동요를 최소화 시키고 신체중심점을 지지면 내에 유지시킨다(Horak & Nashner, 1986). 하지만 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 체중지지의 증가와 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 증진 시키고 낙상의 위험요소를 감소 시키기 위해서는 안정성 한계의 범위를 증진시켜야 된다고 보고하였다. 안정성 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 속도와도 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 총 면적의 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). 또한 최근 여러 연구자들에 의해 뇌졸중 환자의 기능적인 균형 수행 능력을 판별하기 위한 도구로 널리 사용되어 오고 있다(Walker et al., 2000; Geiger et al., 2001; Wee et al., 2003; Botner et al., 2005). 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 버그균형척도에



서 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 Modified speed dependent treadmill walking exercise(MSTWE)와 Body weight support treadmill training(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, 두 훈련 운동프로그램은 아급성기 뇌졸중으로 인한 편마비 환자들의 균형능력 및 보행능력의 개선에 모두 효과적이지만, 체중지지 트레드밀 훈련 그룹에서 동적 균형이 더욱 효과가 높은 것으로 나타났다. 따라서 앞으로는 아급성기 뇌졸중 환자의 균형능력 및 보행능력을 증진시키기 위해 지속적인 연구를 통해 두 훈련 운동프로그램의 차이점을 비교분석하여, 뇌졸중 환자의 균형능력 및 보행능력을 향상시키기 위한 재활훈련프로그램을 개발, 보급하면 뇌졸중 환자 삶의 질에 더 큰 만족을 줄 수 있을 것이라고 사료된다.

## VI. 결 론

본 연구는 아급성기 편마비 뇌졸중 진단을 받은 환자를 대상으로 4주간 트레드밀 훈련과 체중지지 트레드밀 훈련이 균형능력 및 보행능력에 미치는 효과와 차이를 분석하였다. 분석한 결과를 토대로 본 연구에서 얻은 결론은 다음과 같다.

첫째, 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.

둘째, Berg Balance Scale의 변화는 두 훈련 그룹에서 통계적으로 유의하게 증가하였고, 트레드밀과 체중지지 트레드밀 훈련이 상호 작용이 유의하게 나타났다.

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

넷째, Foot print 및 Romberg test의 변화는 통계적 유의한 차이가 나타나지 않았다.

## 참고문헌

- 김미정, 이수아, 김상규(1994). 뇌졸중 환자의 보행속도에 관한 연구. 대한재활의학회지, 18(4), 736-741.
- 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.
- 김종만(1997). 신경계 물리치료학. 서울 : 정담.
- 미국심장협회. (2009). ([http:// www.americanheart.org](http://www.americanheart.org)).
- 박래준, 김재욱, 김수민(2003). 과제 지향적 기능 훈련이 뇌졸중 환자의 균형에 미치는 영향. 대한 물리치료학회지, 16(4), 1103-1112.
- 박창일, 문재호(2007). 재활의학. 서울 : 한미의학.
- 박지환(2008). 신경계 질환별 물리치료. 서울 : 현문사.
- 배성수(1992). 보행과 보행분석법에 관한 연구. 대한물리치료학회지, 8(1), 49-64.
- 이경무, 한수환, 김용석(2003). 편마비 환자에서 직선 및 회전 보행 시 체중부하 비대칭성의 영향. 대한재활의학회지, 27, 173-177.
- 전계호, 조강희, 김봉욱(1999). 체중 탈부하가 편마비 보행에 미치는 영향. 대한재활의학회지, 23, 371-376.
- 전중선, 전세일, 김동아(2000). 편마비 환자에서 플라스틱 단하지 보도시 종류에 따른 보행분석 및 에너지 소모의 비교. 대한재활의학회, 23(2), 371-376.
- 정대근, 이현기, 이상용, 최용원, 윤창구, 배성수(2008). 체중지지 트레드밀 보행 훈련이 아급성기 뇌졸중 환자의 보행과 균형에 미치는 영향. 대한물리의학회지, 3, 135-144.
- 정대근(2007). 아급성기 뇌졸중 환자의 체중지지 트레드밀 보행 훈련이 보행과 균형에 미치는 영향. 미간행 석사학위논문. 대구대학교 대학원.
- 정상미(2006). 만성 뇌졸중 환자의 균형 및 상지기능과 일상생활동작 수행능력과의 상관관계 연구. 미간행 석사학위논문. 용인대학교 재활보건과학 대학원.
- 정한영, 박진희, 심재진, 김명중, 황미령, 김세현(2006). 한글화된 berg균형검사법의 신뢰도 분석. 대한재활의학회지, 30(6), 611-618.

- 최경우(2009). **점진적 과제지향 저항훈련이 뇌졸중환자의 하지근력, 균형 및 보행에 미치는 영향**. 미간행석사학위논문. 삼육대학교 대학원.
- 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)**.
- 황병용(1999). **신경물리치료학**. 서울 : 현문사.
- Anderson, T. P. (1990). *Rehabilitation of patient with complete stroke*. Philadelphia, Saunder's Company.
- Andreas, R. Luft. M. D. Macko, R. F., Forrester, L. W., Villagra, F., Ivey, F., Sorkin, J. D., Whital, J., McCombe-Waller, M., Katznel, L., Goldberg, A. P., & Hanley, D. F. (2009). Treadmill exercise activates subcortical neural networks and improves walking after stroke. *Stroke*, 39, 3341-3350.
- 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.
- Berg, K. O., Maki, B. E., & Williams, J. I. (1992). Clinical and laboratory measure of postural balance in an elderly populaton. *Arch Phy Med Rehabil*, 73, 1073-1080.
- Blum, L., & Korner-Bitensky, N. (2008). usefulness of the berg balance scale in stroke rehabilitation: A systematic review. *PHYS THER*, 88, 559-566.
- Bobath, B. (1990). *Adult hemiplegia: evaluation and treatment, (3rd ed)*. London. Heinemann.
- 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 Rehabil*, 76(11), 994-996.
- Botner, E. M., Miller, W. C., & Eng, J. J. (2005). Measurement properties of the Activities-Specific Balance Confidence Scale among individuals with stroke. *Disabil Rehabil*. 27(4), 156-163.

- 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). 12-minute walking tests in respiratory disease. *British Medical Journal*, 284(6329), 1607-1608.
- Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (2003). *Stroke rehabilitation*. Oxford: Butterworth Heinemann.
- Cheng, P. T., Wu, S. H., Liao, M. Y., Wong, A. M. K., & Tang, F. T. (2001). Symmetrical body weight distribution training in stroke patients and its effect on fall prevention. *Arch Phys Med Rehabil*, 82, 1650-1654.
- 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.
- Davies, P. M. (1985). Steps to follow: A guide to the treatment of adult hemiplegia. *Rehabil*, 17, 167-173.
- 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. (1999). An overview of treadmill locomotor training with partial body weight support: a neurophysiologically sound approach whose time has come for randomized trials. *Neurorehabil Neural Repair*, 13, 157-165.
- Dobkin, B. H. (2004). Strategies for stroke rehabilitation. *Lancet Neurology*, 3(9), 528-536.
- 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.
- Era, P., Sainio, P., Koskinen, S., Haavisto, P., Vaara, M., & Aromaa, A. (2006). Postural balance in a random sample of 7,979 subjects aged 30 years and over. *Gerontology*, 52(4), 204-21.
- 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.
- Fardy, P. S., Bennet, J. L., Reitz, N. I., & William, M. A. (1980). *Cardiac rehabilitation: implications for the nurse and other health professionals*. S. T. Louis : Mosby.
- Finch P. S., Bennet J. L., Reitz N. I., & Willam M. A. (1980). *Cadiac rehabilitation: implications for the nurse and other health professionals*. ST Louis, Mo : CV Mosby.
- Fisher, S. V., & Gullickson, G. J. (1978). Energy cost ambulation in health and disability: a literature review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 59, 124-133.
- 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.
- Gardner, M., Hloden, M., Leikauskas, J., & Richard, R. L. (1998). Partial body weight support with treadmill locomotion to improve gait after incomplete spinal cord injury: a single-subject experimental design. *Physiotherapy*, 78(4), 361-374.
- Geiger, R. A., Allen, J. B., O'Keefe, J., & Hicks, R. R. (2001). Balance and mobility following storke: effects of physical therapy interventions with and without biofeed-back/forceplate training. *Physiotherapy*, 81, 995-1005.
- 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.

- Gordon, D. C. (1985). *Stroke : Your Complete Exercise Guide*. Champaign, I, L. : Human Kinetics Publishers.
- Hassid, E., Guttry, M., & Dobkin, B. H. (1997). Improved gait symmetry in hemiparetic stroke patients induced during body weight-supported treadmill stepping. *J Neuro Rehabil*, 11, 21-26.
- Henry, J. M. (1992). *Stroke(2nd ed)*. Epidemiology of stroke: pathophysiology, diagnosis, and management
- Hess, S., Bertelt, C., Jahnke, M. T., Schaffrin, A., Baake, P., Malezic, M., & Mauritz, K. H. (1995). Treadmill training with partial body weight support compared with physiotherapy in nonambulatory hemiparetic patients. *Stroke*, 26, 976-981.
- Hesse, S., Konrad, M., & Uhlenbrock, D. (1999). Treadmill walking with partial body weight support versus floor walking in hemiparetic subjects. *Arch Phys Med Rehabi*, 80, 421-427.
- Hesse, S. (1999). Treadmill training with body weight support in hemiparetic patients: further research needed. *Neurorehabil Repair*, 13, 179-181.
- Horak, F. B., & Nashner, L. M. (1986). Central programming of postural movements: Adaptation to altered support surface configurations. *J Neurophysiol*, 55, 1369-1381
- 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.
- Janice, J. E., & Pei, F. T. (2007). Gait training strategies to optimize walking ability in people with stroke: A synthesis of the evidence. *Expert Rev. Neurotherapeutics*, 7(10), 1417-1436.
- 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.

- Macko, R. F., Ivey, F. M., & Forrester, L. W. (2005). Task oriented aerobic exercise in chronic hemiparetic stroke: training protocols and treatment effects. *Topic stroke Rehabilitation*, 12(1), 45- 57.
- Malouin, F., Potvin, M., Prevost, j. Richards, C. L., & Wood-Dauphinee, S. (1992). Use of an intensive task oriented gait training Program in series of patients with acute cerebrovascular accidents. *Phys Ther*, 72, 781-789.
- Malouin, F., Richards, C. L., Mcfadyen, B., & Doyon J. (2003). New perspectives of locomotor rehabilitation after storke. *Med Sci*, 19,994-998.
- 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.
- McCollum, G., & Leen, T. K. (1989). Form and exploration of mechanical stability limits in erect stance. *J Motor Behav*, 21(3), 225-44.
- Melvyn, R., Claudine, L., Gert, K., Messner, D., & Pohl, M. (2007). Predictive validity and responsiveness of the functional ambulation category in hemiparetic patients after storke. *Arch Phys Med Rehabi*. 88(10), 1314-9.
- Miller, E. W., Quinn, M. E., & Seddon, P. G. (2002). Body weight support treadmill and overground ambulation training for two patients with chronic disability secondary to stroke. *Physical Therapy*, 82(1), 53-61.
- Morris, S., Morris, M. E., & Iansek, R. (2001). Reliability of measurements obtained with the timed "up & go" test in people with parkinson disease. *Physiotherapy*, 80(2), 810-818.
- Moseley, A. M., Stark, A. Cameron, I. D. Pollock, A. (2003). Treadmill training and body weight support for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*, CD002840.
- Nashner, L. M., & Black, F. O. (1983). Effect of abnormal vestibular-visual interactions upon posture control in two different types of vestibular deficit patients. *Society for*



*Neuroscience Abstracts*, 9, 317.

- Nashner, L. M., & Peters, J. F. (1990). Dynamic posturography in the diagnosis and management of dizziness and balance disorders. *Neurol Clin*, 8(2),331-49.
- Olney, S. J., & Richard, C. (1996). *Hemiplegic gait following stroke. Part I: Characteristics*. *Gait & Posture*, 4, 134-148.
- Patrasovits, A., & Nair, C. (1994). Epidemiology of stroke in Canada. *Health Rep*, 6(1), 39-44.
- Perry, J. (1992). *Gait analysis: normal and pathological function*. New York: McGraw-hill Inc.
- 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.
- Porter, S. B. (2003). *Tidy's physiotherapy*, Elsevier.
- 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.
- Ragnarsdottir, M. (1996). The concept of balance. *phys the*, 82(6), 368-375.
- 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.
- Schindle, M. R., Forstner, C., & Kern, H. (2000). Treadmill training with partial body weight support in non-ambulatory patients with cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(3), 301-306.
- Sharp, S. A., & Brouwer, B. J. (1997). Isokinetic strength training of the hemiparetic knee: effects on function and spasticity. *Archive of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78(11), 1231-1236.
- Shumway-Cook, A., & Horak, F. B. (1986). Assessing the influence of sensory interaction on balance : Suggestion from the field. *PHYS THER*, 66, 1548-1550.
- 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.
- Shumway-Cook, A., & Woollacott, M. H. (2001). *Motor control: theory and practical application*. Baltimore, Philadelphia, Lippincott Williams & Wilkins.
- Shumway - cook, A., & Woollacott. M. H. (2006). *Motor control: Translating research into clinical practice 3rd edition*. Philadelphia, USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Sparrow W. A., Bradshaw E. J., Lamoureux E, & Tirosh O. (2002). Aging effects on the attention demands of walking. *Hum Mov Sci*, 21, 961-972.
- Sullivan, K. J., Knowlton, B. J., & Dobkin, B. H. (2002). Step training with body weight support: effect of treadmill speed and practice paradigms on poststroke locomotor recovery. *Arch Phys Med Rehabil*, 83(5), 683-691.
- Teasell, R. W., Bhogal, S. K., Foley, N. C., & Speechley, M. R. (2003). Gait retraining post stroke. *Top Stroke Rehabil*, 10(2), 34-65.
- Trueblood, P. R. (2001). Body weight treadmill training in persons with chronic stroke. *NeuroRehabilitation*, 16(3), 141-153.
- Tyson, S. F., Hanley, M, Chillala, J. Selley, A., & Tallis, R. C. (2006). Balance disability after stroke. *Phys Ther*, 86(1), 30-8
- Visintin, M., Bitensky, N., Mayo, N., & Barbeau, H. (1998). A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill training. *Stroke*, 29, 1122-1128.
- Waagfjord, J., Levangle, P. K., & Certo, C. M. (1990). Effects of treadmill training on gait in a hemiparetic patients. *Physiotherapy*, 70, 549-560.
- 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.
- Walker, C., Brouwer, B. J. & Culham, E. G. (2000). Use of visual feedback in retraining balance following acute stroke. *Phys Ther*, 80(9), 886-895.
- Wee, J. Y., Wong, H, & Palepu, A. (2003). Validation of the Berg balance Scale as a predictor of length of stay and discharge destination in stroke rehabilitation. *Arch Phys Med*

*Rehabil*, 84(5), 1547-1550.

- Werner, C., Von-Frankenberg, S., Treig, T., Konrad, M., & Hesse, S. (2002). Treadmill training with partial body weight support and an electromechanical gait trainer for restoration of gait in subacute stroke patients: a randomized crossover study. *Stroke*, 33(12) 2895-2901.
- Winstein, C. J., Gradner, E. R., Mcneal, D. R., Barto, P. S., & Nicholson, D. E. (1989). Standing balance training: effects on balance and locomotion in hemiparetic adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 70, 755-762.
- Winstein, C. J., Miller, J. P., Blanton, S., Taub, E., Uswatte, G., Morris, D., Nichols, D., & Wolf, S. (2003). Methods for a multisite randomized trial to investigate the effect of constraint-induced movement therapy in improving upper extremity function among adults recovering from a cerebrovascular stroke. *Neurorehabil Neural Repair*, 17(3), 137-152. (2003)
- Winter, D. A. (1989). Biomechanics of normal and pathological gait: implication for understanding human locomotor control. *Journal of Motor Behavior*, 21, 337-356.
- Woollacott, M., Shumway-Cook, A., & Nashner, L. M. (1986). Aging and posture control: changes in sensory organization and muscular coordination. *Int J Aging Hum Dev*. 23(2), 97-114.
- Yang, J. F., & Gorassini, M. (2006). Spinal and brain control of human walking implications for retraining of walking. *Neuroscientist*, 12, 379-389.
- Yogev-Seligmann, G., Hausdorff, J. M., & Giladi, N. (2008). The role of executive function and attention in gait. *Mov Disord*, 23(3), 329-42, quiz 472.

<Abstract>

**The Effect of Treadmill and Body Weight Support Treadmill Training  
on Balance and Gait Ability in Hemiplegia Patients  
with Subacute Stroke**

**Sung-Chul Kim**

*Department of Physical Education  
Graduate School, Jeju National University  
Jeju, Korea  
(Supervised by professor Young-Pyo Kim)*

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. 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 minuted, 5 times a week for 4 weeks and after training programs, 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  $p < .05$ . 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. 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.