

장애물 통과 트레드밀 보행훈련이 뇌졸중 환자의 보행기능에 미치는 효과

정연규¹, 정연재², 김현숙³

¹동국대학교일산병원 물리치료실, ²서울한양대학교병원 물리치료실, ³여주대학교 물리치료학과

Comparison of the Effect of Treadmill Walking Combined With Obstacles-Crossing on Walking Function in Stroke Patients

Yeon-gyu Jeong¹, MPH, PT, Yeon-jae Jeong², BHSc, PT, Hyun-sook Kim³, PhD, PT

¹Dept. of Physical Therapy, Dongguk University Ilsan Medical Center,

²Dept. of Physical Therapy, Hanyang University Medical Center,

³Dept. of Physical Therapy, Yeosu Institute of Technology

Abstract

The study aimed to compare the effect of the treadmill walking training combined with obstacle-crossing (TWT-OC) and treadmill walking training (TWT) on the walking function of patients with chronic stroke. 29 subjects volunteered to participate in this study; they were randomly assigned to either TWT-OC group (15 subjects) or TWT group (14 subjects). Subjects from the TWT-OC group underwent a treadmill walking combined with obstacles-crossing for 30 minutes daily, three days a week for four weeks, whereas subjects from the TWT group received only a treadmill walking. The 10 m walk test (10MWT), 6-min walk test (6MWT), berg balance scale (BBS), timed up and go test (TUG), activities-specific balance confidence-Korean version (ABC-K), and walking ability questionnaire (WAQ) were measured before and after the 4-week training. The TWT-OC group showed significantly better functional mobility of walking and balance measured by 6MWT ($p<.01$), BBS ($p<.01$), and TUG scores ($p<.05$) when compared with those of the TWT group. Further, within-group comparison showed significant improvement in all variables ($p<.01$) except for 10MWT. These findings suggest that the TWT-OC and TWT may be helpful for improving the walking function of patients with chronic stroke, and the TWT-OC has probably more favorable outcomes for chronic stroke, however, further trials with wider range of subjects are warranted for generalization and clinical relevance.

Key Words: Obstacle-cross; Stroke; Treadmill walking; Walking function.

I. 서론

뇌졸중 환자의 장애 수준과 유형의 정도는 뇌 병변 정도와 그와 관련된 부위에 따라 영향을 받지만, 일반적으로 움직임 손실과 감소된 운동능력에 따라 상지와 하지 기능부전, 감각, 감정 및 인지 손상이 두드러지게 나타나며(Kelley와 Borazanci, 2009), 근 약화, 비정상적인 근 긴장과 움직임으로 인해 운동조절이 저해되므로

일상생활동작과 같은 기능적 활동을 수행하는 능력이 제한되어 적절한 재활치료를 받는 환자일지라도 대부분 장애가 남게 된다(Duncan, 1994). 특히, 감소된 보행능력은 가장 흔한 기능적 제한 중 하나이다(Moreland 등, 2009).

즉, 뇌졸중 환자의 대부분은 독립적으로 걸을 수 있는 능력을 회복하기는 하지만(Jorgensen 등, 1995), 보행속도, 지구력(Mayo 등, 1999), 보행관련 자신감

(Salbach 등, 2006)이 감소되는 장애가 남게 되며, 집이나 사회에서 독립적인 이동성을 제한받게 된다(Chen 등, 2006). 따라서 보행능력 회복은 뇌졸중 재활에 있어 중요한 목표가 된다(Werner 등, 2002). 이러한 목표를 바탕으로 뇌졸중 재활에서 임상 치료사들과 연구자들은 지역사회 참여와 연계된 보행기술 회복 및 활동을 최적화시키는 중재법을 고안하여 적용하고 있다. 최근 뇌졸중 환자를 위한 재활치료의 고찰 및 적용 지침서에 따르면, 최적의 보행회복은 과제관련 보행훈련 접근법(task-related walking training approach)을 통해서 실현될 수 있다고 보고되었다(Bogey와 Hornby, 2007; Lindsay 등, 2008). 과제관련 보행훈련 접근법은 일반적으로 기능적인 접근법을 이용해서 보행 또는 보행관련 과제를 적용하는 중재법을 일컬음으로써(Wevers 등, 2009), 수의적으로 조절 가능한 근육활동이 조금이라도 있다면 환경과 개인의 의도(intention)에 의미 있는 운동과제를 반복 연습함으로써 과제를 수행하는데 필요한 근 수축의 유형(구심성 또는 원심성 수축), 운동속도 및 근육길이에 적합한 근육활동 생성을 학습할 수 있다는 것이다(Kim과 Ann, 2002). 이 접근법은 다른 용어로는 특정과제 접근법(Bogey와 Hornby, 2007), 과제지향 접근법(Miller 등, 2002; Salbach 등, 2004) 그리고 과제 적용(Lindsay 등, 2008)이라고도 한다. 이러한 다양한 보행관련 중재법들이 있지만, 최적의 보행능력을 향상시키기 위해서는 보행을 연습해야 한다는 전제를 바탕으로 하고 있다. 이러한 접근법에 기초하여 트레드밀 훈련과 지면보행 훈련은 뇌졸중 보행관련 고찰에서 가장 흔히 살펴볼 수 있는 중재법인 동시에 임상 치료 현장에서 편마비나 보행 장애를 가진 환자의 재활에 주로 이용되고 있다(Hesse 등, 1995).

트레드밀 훈련은 보행 조절과 회복에 있어서 중추패턴발생기(central pattern generator) 이론을 바탕으로, 척수 수준에 위치하는 일련의 신경원들에 의해서 보행이 조절되며, 이러한 중추패턴발생기는 수동적 혹은 보조적 도움으로 사지 움직임, 체중이동, 자세 정렬로 인한 구심성 입력을 활성화 시키는 것으로 알려져 있다(Dietz, 2009). 이러한 대단위 반복(mass repetition) 이동훈련은 신경 재조직으로 인해서 뇌졸중 환자에게 보행능력을 향상시킬 것으로 가정되고 있다(Forrester 등, 2008). Waagfjörd 등(1990)은 트레드밀보행 훈련이 편마비 환자가 보행하는 동안 환측 하지의 입각기를 길게 하여 건측 하지의 보장을 증가시키고, 결과적으로 대칭적인 보

행 패턴을 촉진시키는 효과가 있다고 보고 하였고, Hesse 등(1995)은 편마비 환자에게 트레드밀보행 훈련이 일반적인 지면보행 훈련을 하는 것보다 환측 하지의 체중지지 시간을 늘리고, 대칭적 자세를 향상시키며, 발바닥굽힘근 경직을 감소시켜 발바닥굽힘근의 활성양상을 일정하게 유발시킴으로서 균형훈련에도 도움이 되고, 보행능력을 향상시킨다고 보고하였다. 그러나 몇몇 연구들에서는 하지의 단순 동작을 반복하는 트레드밀보행 훈련의 기능적인 효과에 대해 의문점을 제시하였으며, 실제 환경에서의 지면보행 훈련의 장점을 보다 강조하고 있다(Jones과 Doust, 1996; Park 등, 2011).

현재까지 뇌졸중 환자의 보행 증진을 목적으로 시행되는 트레드밀 보행훈련은 대부분 소음이나 다양한 물리적 장애물과 같은 지역사회 환경을 반영한 것이 아니라 환경적으로 통제되고 임상적으로 조절된 상태에서 이루어졌다(Hwang 등, 2009). 뇌졸중 환자의 보행능력 및 균형능력 감소는 신체 활동을 제한시킬 수 있으며, 이는 실내보다 실외 보행에서 더욱 현저하게 나타난다고 보고되고 있다(Goldie 등, 1996). 이러한 실외 이동능력은 인간으로서 일상생활에서 실질적인 목적을 달성하기 위한 활동과 참여에 필수적인 것으로 사회적인 상호작용을 증진시키는데 중요하다(Salminen 등, 2009; Yang 등, 2008). 실외 보행, 나아가 지역사회 보행을 위한 필수 조건 중 하나는 불규칙한 지면이나 경사로, 굽어진 길, 계단과 같은 장애물을 통과하는 이동능력이다(Shumway-Cook 등, 2002). 일반적으로, 가정과 지역사회에서 다양한 높이와 너비의 장애물을 경험하게 되므로, 장애물 통과는 성공적인 지역사회 보행을 위한 중요한 과제 중 하나이다(Said 등, 2001). Langhorne 등(2000)은 뇌졸중 발병 1년 이내에 약 절반가량이 적어도 한 번 이상 낙상을 경험하고, 이는 대부분이 장애물에 걸림으로써 발생한다고 보고하고 있다. 장애물의 크기와 상관없이 장애물을 통과하면서 보행하는 것은 일상생활 환경에서 불가피한 현실이다. 이러한 현실을 감안할 때 지역사회와 비슷한 환경상황에서 반복적인 보행훈련을 실시하는 것이 필요하다. 하지만 아직 장애물을 이용한 환경제약 내에서 보행훈련을 실시하고 이에 대한 효과를 알아본 연구가 거의 없다. 따라서 이 연구는 독립적으로 이동이 가능한 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 트레드밀을 이용한 보행훈련에 비해 트레드밀 위 장애물 통과 보행훈련이 보행기능에 얼마나 더 효과적인지를 알아보기 위해 시행되었다.

II. 연구방법

1. 연구대상자

연구대상자는 뇌졸중으로 인한 편마비로 진단받고, 보행 장애로 인해 전문적 재활치료를 받는 입원 환자들 중 연구의 목적과 방법에 대한 설명을 충분히 들은 후 실험에 자발적으로 동의한 29명 환자들을 대상으로 시행되었다. 대상자들은 트레드밀 위 장애물보행 훈련군(treadmill walking training combined with obstacle-crossing; TWT-OC)(15명)과 트레드밀 보행 훈련군(treadmill walking training; TWT)(14명)으로 무작위 배정되었다. 본 연구를 위한 선정 조건은 뇌졸중 발병 후 최소 3개월 이상이 경과된 사람, 보행 보조도구를 사용하거나 사용하지 않고 10 m 이상 독립보행이 가능한 사람, 시각적 또는 청각적 결함이 없는 사람, 양 하지에 관절 구축이 없고 정형외과적 질환이 없으며 보행 훈련을 제한하는 심혈관계 문제가 없는 사람, 의사소통이 가능하고 인지적인 문제가 없는 사람(한국어판 간이정신상태검사에서 24점이하)이었다(Park과 Kwon, 1989). 그리고 결과값의 신뢰성을 위해서 보행 보조도구를 사용하거나 사용하지 않는 사람은 측정 시에도 같은 조건 상태에서 평가하였다. 본 연구에 참여한 29명의 뇌졸중 환자에 대한 연령, 성별, 발병기간, 뇌졸중 유형, 마비측 부위, 뇌졸중 재발 횟수, 보행보조 도구 및 기능적 이동항목에 대해서 두 군 간에 유의한 차이는 없었다(Table 1).

2. 측정도구

이 연구는 4가지 임상 보행 검사(10 m 보행 검사, 6분 보행 검사, Berg 균형 척도, 일어나 걸어가기 검사)와 2가지 설문지(활동 특이적 균형 자신감 척도와 보행

능력 설문지)를 이용해 평가되었다.

가. 10 m 보행검사(10 m walk test; 10MWT)

10MWT를 위하여 환자들에게 일직선상의 12 m 보행로를 최대한 빠르게 걷도록 요구하였으며, 가속과 감속 구간을 고려하여 보행로의 시작과 끝 1 m을 제외한 중간 구간의 10 m의 보행속도를 측정하였다(Yang 등, 2008). 필요 시 보행 보조도구 및 보조기를 사용하였으며, 측정은 스톱워치(AST, KK-5898, USA)를 이용해서 2번 반복함으로써 평균 속도를 계산하였다. 10MWT는 뇌졸중 환자들에게 타당도 및 신뢰도가 높으며(ICC=.87)(Green 등, 2002), 짧은 거리에 대해 보행속도를 측정함으로써 가정에서의 움직임을 반영한다(Macko 등, 2005).

나. 6분 보행검사(6-min walk test; 6MWT)

6분 보행 검사를 위하여 직선 20 m 보행로의 양쪽 끝 부분에 표시를 해놓았으며, 정확한 보행거리 측정을 위하여 2 m마다 각각의 구간 표시를 하였다. 그리고 난 후 6분 동안 대상자가 가능한 빠르게 이 보행로를 왕복하여 걷도록 하였으며, 휴식 시간은 환자의 요구에 따라 허용하였다. 전체 보행거리는 왕복 횟수를 측정하여 계산하였다(Solway 등, 2001). 6MWT는 보행 지구력을 평가하기 위한 척도로 뇌졸중 환자에게 타당도 및 신뢰도가 높으며(ICC=.94)(Mossberg, 2003), 일상생활 활동에 필요한 능력을 반영한다(Macko 등, 2005).

다. Berg 균형척도(berg balance scale; BBS)

Berg 균형 척도는 균형에 대한 기능적 수행의 정도를 측정하기 위한 척도로서 14개의 항목으로 앉기, 서기, 자세 변화 3개 영역을 최소 0점에서 최고 4점을 적

Table 1. Demographic characteristics of the subjects

	TWT-OC ^b (n ₁ =15)	TWT ^c (n ₂ =14)	t or χ^2
Age (year)	71.3±3.3 ^a	71.1±4.5	.13
Sex (male/female)	10/5	6/8	1.66
Onset time after stroke (month)	5.1±1.6	6.6±3.7	-1.44
Stroke type (infarction/hemorrhage)	7/8	6/8	.04
Hemiparetic side (right/left)	6/9	8/6	.85
Stroke number (1/>1)	14/1	11/3	1.33
Walking aid (none/cane)	7/8	10/4	1.83
Functional ambulatory category (score)	3.0±1.0	2.5±.9	1.44

^amean±standard deviation, ^btreadmill walking training combined with obstacle-crossing, ^ctreadmill walking training.

용하여, 총 56점으로 이루어져 있다. BBS에서 점수가 높을수록 균형능력이 좋다는 것을 의미한다. BBS의 측정자내 신뢰도와 측정자간 신뢰도는 각 $r=.97$, $r=.98$ 로서 신뢰도가 높다(Berg 등, 1995). 균형능력은 보행 및 일상생활에 있어 중요하기 때문에 본 연구에서 측정도구로 이용하였다.

라. 일어나 걸어가기 검사(timed up and go; TUG)

일어나 걸어가기 검사는 기능적 운동성(functional mobility)과 이동능력을 측정할 수 있는 검사방법으로, 의자에 앉은 자세에서 출발 신호와 함께 일어나 의자전방에 표시된 3 m지점의 반환점을 되돌아와 의자에 다시 앉는 시점까지의 소요시간을 측정하는 방법이다(Podsiadlo와 Richardson, 1991). 본 연구는 환자들에게 건축을 기준으로 반환점을 돌도록 지시하였다. 이 검사의 타당도, 검사-재검사, 측정자간 신뢰도는 각 $r=.99$ 이다(Morris 등, 2001).

마. 한국어판 활동 특이적 균형 자신감 척도(activities-specific balance confidence-Korean version; ABC-K)

활동 특이적 균형 자신감 척도는 전화를 이용한 자기기입식 평가 또는 본 연구처럼 조사자와의 직접 면담을 통해서 자기 효용성을 평가하는 평가도구로서 16개 특정 활동으로 구성되어 있다. 특정 활동 균형 자신감은 0점(전혀 자신 없음)에서 100점(완전히 자신 있음)으로 표기함으로써 다양한 일상생활 활동 중에 자세를 바꾸거나 걷는 동작에서 얼마나 어려움을 느끼는지를 평가하며 높은 신뢰도를 가지고 있다($ICC=.86$)(Powell과 Myers, 1995). 본 연구에서는 Hwang 등(2007)의 연구에서 사용한 한글로 번역된 ABC를 사용하였다. 신뢰도가 높으며($ICC=.90$), 16개 과제에 대한 평균값을 분석에 사용하였다.

바. 보행능력 설문지(walking ability questionnaire; WAQ)

보행능력 설문지는 19개 보행 과제 즉, 실내(8가지 활동) 및 실외(11가지 활동)에서 수행되는 과제에 관해서 대상자의 이동성을 평가하기 위해 사용되었다. 본 연구는 입원 환자를 대상으로 함으로써 실내 과제 활동에 대해서만 측정하였다. WAQ에서 이동성은 5점 척도(0, 할 수 없음; 1, 휠체어; 2, 도움 필요; 3, 감독; 4, 독

립적)로 범주화 되어있고, 가능한 총 점수는 32점이며, 높은 점수는 높은 보행 능력을 의미한다(Perry 등, 1995).

3. 실험절차

본 연구에 참여한 환자들에 대한 치료군 배정은 각 치료군의 수를 균등하게 맞추기 위해서 2개의 블록키(AB or BA)를 이용한 난수표를 이용한 TWT-OC군과 TWT군으로 배정하는 무작위 추출법을 사용하였다. 또한 연구책임자가 배정 순서를 미리 알지 못하도록 불투명한 봉투를 이용해 제 3자가 은폐해서 할당하였고, 연구 결과의 신뢰성을 높이기 위하여 평가 및 자료 분석을 담당할 연구자는 대상자들의 치료군 배정을 알지 못하도록 하였으며, 대상자도 연구의 가설에 대해 알지 못하도록 하였다. 두 군의 대상자들은 기본적인 치료 일정에 따라 몸통과 하지의 선택적인 움직임, 균형, 체중, 이동과 같은 기능적인 훈련을 4주 동안, 일주일에 5번, 하루 30분 받았다. 그리고 두 군의 대상자들은 기본적인 치료에 더하여 4주 동안 1주일에 3번, 하루 30분씩 총 12번 트레드밀 위 장애물 보행훈련과 트레드밀 보행훈련을 각각 시행하였다. 각각의 보행훈련 동안 대상자들의 낙상을 예방하기 위하여 손잡이가 보행 벨트 앞과 양 옆에 달려 있으며, 담당 치료사가 대상자의 뒤에서 감독하였다. 두 군의 대상자들은 보행훈련 동안 필요할 경우 발목보조기를 착용하도록 허용되었으며, 보행 훈련 시작 후 환자가 피로감, 통증 호소, 호흡이상, 안색 변화 등을 보이면 즉시 보행 훈련을 중지하였다. 모든 측정은 보행훈련 전과 4주 훈련 후에 시행되었다.

가. 트레드밀 위 장애물 보행훈련(treadmill walking training combined with obstacles-crossing; TWT-OC)

TWT-OC는 가정이나 지역사회에서 빈번히 경험하게 되는 장애물 조건을 구현하기 위하여 트레드밀 바닥과 구별되는 색깔로 구성된 3가지 높이(1 cm, 4 cm, 8 cm)의 폭 1.5 mm 아크릴 장애물을 제작하여 사용하였으며(Amatachaya 등, 2010), 트레드밀(Biodex Systems3, Biodex co., NY, USA)에서 대상자의 환측 다리를 사용하여 각각의 세 가지 장애물을 높이 순으로 넘으면서 걷도록 훈련시켰다. 장애물 높이는 과제의 난위도로써 1 cm에서 8 cm까지 다양하지만, 장애물 관련 기존 연구의 방법과 같도록 선정하였다(Patla 등, 1991). 지역사회에서 마주하게 되는 보다 높은 장애물은 환자들이 장애물을 넘는 것보다 대부분 피해서 넘어가기 때문에 고

려하지 않았다. 트레드밀 보행속도는 Duncan 등(2011)의 방법에 따라 처음에는 0~1.6 km/h 범위 내로 환자 본인이 느끼는 편안한 속도로 트레드밀을 걷게 한 뒤 보행 수준에 맞추어 .16 km/h 씩 속도를 증가시켰다. 속도를 증가시키기 전에 가장 낮은 1 cm 장애물을 넘도록 하였고, 장애물을 넘어뜨리거나 닿지 않을 시 다음 단계의 높이(4 cm와 8 cm)로 적용하였다. 그리고 난 뒤에도 환자가 장애물을 넘어뜨리거나 불안하지 않는다면 속도를 증가시킨 다음 다시 장애물을 순차적으로 넘도록 반복 훈련시켰으며 중간에 힘들 시에는 휴식을 취하도록 하였다.

나. 트레드밀 보행훈련(treadmill walking training; TWT)

TWT는 처음에 0~1.6 km/h 범위 내로 환자 본인이 느끼는 편안한 속도로 트레드밀을 걷게 한 뒤, 불안함을 느끼지 않으면 보행 수준에 맞추어 .16 km/h 씩 속도를 증가시키면서 훈련시켰으며 중간에 힘들 시에는 휴식을 취하도록 하였다(Duncan 등, 2011).

4. 분석방법

각 항목별 평가 측정값은 SPSS ver. 18.0(SPSS Inc., Chicago, USA)을 이용하여 분석하였다. 지면보행 훈련과 트레드밀 위 장애물보행 훈련 간 대상자의 일반적 특성 및 임상적 초기평가 차이를 비교하기 위해서 범주형 변수는 카이제곱 검정(Chi-square test)과 연속형 변수는 독립 표본 t-검정(independent t-test)을 이용하여 분석하였다. 결과 측정값 차이의 정규분포를 검정하기 위하여 샤피로-윌크 검정(Shapiro-Wilk test)을 하였고, 각 치료군의 결과 비교를 위해 시간에 따른 결과 측정의 변화량(전/후 차이)을 종속변수로, 각 치료군을 독립변수와 각 종속변수 초기값을 공변량으로 입력해 공분산분석(analysis of covariance; ANCOVA)을 시행하였다. 또한 각 치료군 내 결과 측정치의 변화는 짝비교 t-검정(paired t-test)을 이용하였다. 유의 수준을 검정하기위해서 $\alpha=.05$ 로 설정하였다.

III. 결과

1. 집단-내 및 집단-간 결과 측정치의 비교

TWT-OC군과 TWT군의 보행 훈련 전과 후의 비교

에서 6MWT, BBS, TUG, ABC-K 및 WAQ에서 통계적으로 유의하게 향상된 반면($p<.01$), 10MWT에서는 두 군 모두 유의한 차이가 없었다. 치료군 간 보행 훈련 전과 후의 변화량 비교에서는 6MWT($p<.01$), BBS($p<.01$), TUG($p<.05$)에서 유의하게 차이가 있었던 반면, 10MWT, ABC-K 및 WAQ 값은 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 2).

IV. 고찰

본 연구는 뇌졸중 환자에게 트레드밀 위에서 장애물 통과 보행훈련을 시킴으로써 보행기능적인 효과를 알아보고자 시행되었다. 현재 트레드밀 보행훈련과 지면 보행훈련의 효과에 대해서는 아직까지 의견의 일치를 보지 못하고 있다. 대상자의 발병기간, 마비 유형, 보행 지지정도에 따라서 효과가 서로 차이가 있었고, 훈련기간 및 훈련강도와 같은 보행 훈련방법들 사이의 차이점 또한 논쟁이 이어지고 있다(Moseley 등, 2005). Shumway-Cook 등(2002)은 거리, 시간, 환경, 신체적 운동량, 지면, 집중정도, 자세변화 및 밀집정도와 같은 8가지의 다양한 환경에서의 훈련이 이동 및 신체적 활동에 영향을 미친다고 보고하고 있다. 이에 본 연구는 트레드밀 속도의 점진적 증가에 앞서서 일반적으로 가정 및 지역사회에서 흔히 발견될 수 있는 각 1 cm, 3 cm, 8 cm 수직 장애물을 순차적으로 통과해 보행하도록 계획하였다. 본 연구의 결과는 TWT-OC와 TWT가 뇌졸중 환자의 보행 및 균형능력에 효과가 있었고 TWT보다 TWT-OC이 더욱 긍정적인 효과가 있는 것으로 나타났다.

TWT는 뇌졸중 환자에게 보행 속도를 향상시키는데 효율적인 보행방법으로 알려져 있다(Sullivan 등, 2002). Fisher와 Sullivan(2001)은 트레드밀 훈련을 통해서 신경 가소성(neural plasticity) 및 신경회복에 있어서 운동피질의 기능적인 재조직을 형성시키는데 도움이 되는 것으로 보고함에 따라 보행훈련의 최적의 방안으로 강조하고 있다. 이러한 선행 연구의 결과는 트레드밀 훈련 자체의 반복적인 하지 움직임 특성과 보다 집중적으로 훈련받는 강도수준으로 인해서 보행 속도를 향상시킬 수 있다고 보고하였다(Pohl 등, 2002). 이와 더불어 지역사회에 거주하고 있는 뇌졸중 환자에게 빠른 속도의 트레드밀 훈련이 느린 속도보다 보행과 균형능력을

더 향상시킨다고 보고 하였다(Sullivan 등, 2002). 그러나 본 연구의 보행 속도를 측정하기 위한 10MWT에서는 집단 내 비교와 집단 간 비교에서 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 Said 등(2005)이 지적한 대로 트레드밀 위에서 보행하는 동안 장애물을 접하게 될 경우 뇌졸중 환자들은 안전하게 장애물을 통과하기 위하여 보행 속도를 감소시키고 보폭 및 보장과 같은 보행특성

을 부분적으로 변화시켜 안전성을 확보하려는 노력과, 속도에 견주어서 장애물을 통과하는 것에 보다 집중적으로 훈련을 함에 따라서 보행속도 향상에 유의한 차이가 없었을 것으로 생각된다. 또한 TWT에서도 DePaul 등(2011)의 연구와 같이 환자 본인이 견딜 수 있는 훈련강도 보다 낮은 수준 및 훈련기간이 짧아서 유의한 차이가 없었다고 생각된다.

Table 2. Comparison of the outcome measures within groups and between groups (N=29)

	TWT-OC ^g (n ₁ =15)	TWT ⁱ (n ₂ =14)	t or F
^a 10MWT (m/s)			
Pre-test	.58±.28 ^h	.48±.80	1.257 ^j
Post-test	.68±.49	.50±.06	1.375 ^j
Change value (post-pre)	.10±.21	.02±.03	.437 ^k
t	-1.890	-2.711	
^b 6MWT (m)			
Pre-test	173.51±48.57	149.14±43.65	1.417
Post-test	208.87±74.64	153.29±43.12	2.431
Change value	35.36±28.55	4.14±4.28	14.765 ^{**}
t	-4.797 ^{**}	-3.625 ^{**}	
^c BBS (score)			
Pre-test	40.67±7.80	38.14±10.44	.741
Post-test	46.20±8.22	41.07±11.80	1.366
Change value	5.53±2.95	1.57±.85	21.641 ^{**}
t	-7.268 ^{**}	-4.190 ^{**}	
^d TUG (sec)			
Pre-test	14.77±7.21	21.45±11.81	-1.854
Post-test	12.80±7.84	20.25±12.21	-1.969
Change value	-1.97±.71	-1.2±1.04	2.226 [*]
t	10.787 ^{**}	4.325 ^{**}	
^e ABC-K (score)			
Pre-test	69.51±9.03	62.38±12.39	1.779
Post-test	71.75±10.17	63.84±13.19	1.816
Change value	2.25±1.28	1.46±1.12	.320
t	-6.770 ^{**}	-4.879 ^{**}	
^f WAQ (score)			
Pre-test	23.8±6.95	23.43±6.05	.153
Post-test	27.2±7.19	26.29±6.82	.351
Change value	3.40±1.59	2.86±2.11	.574
t	-8.258 ^{**}	-5.074 ^{**}	

^a10 m walk test, ^b6-min walk test, ^cberg balance scale, ^dtimed up and go, ^eactivity-specific balance confidence -Korean version, ^fwalking ability questionnaire, ^gtreadmill walking training combined with obstacle-crossing, ^hmean±standard deviation, ⁱtreadmill walking training, ^jt test, ^kanalysis of covariance, *p<.05, **p<.01.

본 연구의 6MWT는 집단 내 비교에서 유의하게 향상되었고, 집단 간 비교에서도 TWT-OC군은 TWT군에 비해 유의하게 향상된 것으로 나타났다. 일반적으로 뇌졸중 환자들이 지역사회 보행을 수월히 하기 위한 최소 조건은 휴식 없이 300 m를 걸을 수 있는 능력이며, 이와 더불어 불균등한 표면을 넘어지지 않고 걸을 수 있어야 하고 환경적인 장벽이나 장애물을 극복할 수 있어야 한다(Perry 등, 1995). 보행 지구력을 평가하는 방법으로 6MWT는 보행 동안의 에너지 소모와 밀접한 관계가 있으며(Cahalin 등, 1996), 지면에서 걷는 것보다 트레드밀에서 걸을 때 더 많은 에너지가 소모되는 것으로 나타났다(Sohn 등, 2009). 이러한 연구 결과는 트레드밀 보행 시 각 관절의 움직임이 크게 나타나고 계속적으로 발생하는 트레드밀 벨트의 속도에 따라 신체 중심을 적절하게 유지하기 위해 더 많은 인위적인 노력이 필요로 한다는 것을 의미한다. 그러므로 본 연구에서는 트레드밀 보행뿐만 아니라 장애물을 통과시키는 훈련으로 인해서 트레드밀 보행훈련군과 비교하여 지구력이 더 많이 향상되었을 것으로 생각된다.

균형 검사인 BBS와 TUG도 집단 내의 유의한 향상뿐만 아니라 집단 간 비교에서도 TWT-OC군은 TWT군에 비해 유의하게 향상된 것으로 나타났다. 장애물을 효율적으로 통과하기 위해서는 적합한 하지의 굴곡 전략 및 보행 폭과 더불어 발을 높이 들어 올려야 하며 (foot clearance)(Said 등, 2005), 트레드밀로부터 발을 들어 올릴 때는 한 쪽 하지로 충분히 지탱하며 균형을 잡을 수 있어야 한다고 알려져 있다(Chou 등, 2001). 또한, TWT는 환측 하지의 체중분포를 높여 단일 입각기를 길어지게 하므로 보행 대칭성이 향상된다고 보고되었다(Hesse 등, 1995; Waagfjörð 등, 1990). 따라서 TWT도 균형능력을 향상시키지만, TWT-OC가 균형능력 향상에 보다 효과적인 중재법임을 알 수 있다. 이는 지역사회에서 보행하는 동안 예기치 못한 상황들이 발생할 수 있고 환경적인 장벽에 의해 신체 동요가 갑작스럽게 나타날 수 있기 때문에 균형을 빠르게 회복하여 안정성을 높여야 한다는 점에서 장애물을 이용한 보행훈련이 더욱 유용하다고 생각된다.

보행 자신감 정도를 나타내는 ABC-K와 WAQ에서는 집단 내에서 모두 향상되었지만, 집단 간에서는 유의한 차이가 없었다. 보행을 하면서 느끼는 자신감은 이동 및 활동과 연관성이 있다고 보고하고 있다(Perry

등, 1995; Powell과 Myers, 1995). 자신감이 향상될수록 실내 및 실외 보행활동이 증가하게 되고 삶의 질도 높아진다(Kelly-Hayes 등, 2003). 실외에서 독립적인 보행을 할 수 없다면 뇌졸중 환자의 전반적인 결과에 악영향을 미치고, 실내에서 벗어날 수 없으므로 인해서 좌절감을 가질 수 있다고 보고하고 있다(Pound 등, 1998). 또한 뇌졸중 후 기능 장애와 움직임 제한은 낙상 공포심과 불안 및 우울증을 유발하며, 이는 자기-효능감에 많은 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Rantakokko 등, 2009). 본 연구에서는 TWT-OC와 TWT 모두 기능적 보행능력이 향상되었고 자신감도 향상되었지만 두 군 간에는 유의한 차이가 없었다. 이는 보행 자신감은 기능적 활동능력뿐만 아니라 다른 요인에 의해 영향을 받음을 보여주는 것이다.

본 연구의 결과는 치료프로그램을 계획하는데 있어서 중요한 고려사항으로 적용할 수 있을 것이다. 독립보행이 가능하더라도 일상생활에서 환경에 따라 움직임 조절이 원활하지 않을 수 있다(Holsbeeke 등, 2009). 가정과 지역사회에서 경험할 수 있는 장애물을 포함한 다양한 과제들을 이용하여 뇌졸중 환자에게 반복적으로 훈련시키는 것은 뇌졸중 환자의 보행능력에 도움이 되며, 나아가 지역사회참여 기회를 높일 수 있는 중재전략이 될 수 있을 것이다.

본 연구는 연구 결과를 설명함에 있어서 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 적은 수의 뇌졸중 환자들을 대상으로 시행되었기 때문에 연구결과를 모든 뇌졸중 환자에게 일반화시켜 적용하는 것에 제한이 따른다는 점이다. 그리고 본 연구에서 시행된 트레드밀 위에서의 장애물 통과훈련은 지역사회 상황이 아닌 인위적으로 조성된 치료실 내 상황에서 평가되었기 때문에 실제 지역사회 상황을 직접적으로 반영한다고 말하기는 어려울 것이다. 또한 보행 훈련 시간 선정에 명확한 기준이 설정되지 않았다는 점과 연구기간이 짧아 지속적인 추적 관찰을 할 수 없었다. 마지막으로 트레드밀 위 장애물 훈련의 효과를 검증하기 위해서는 보행기능적인 측면인 보행속도, 보행지구력의 양적 측정과 시·공간적 보행변수의 질적 측정 또한 고려되어야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 29명의 독립보행이 가능한 뇌졸중 환자에

게 트레드밀 위 장애물 통과 보행훈련과 트레드밀 보행 훈련을 시킴으로써 보행 지구력, 균형능력, 기능적 이동성, 보행 자신감에서 모두 효과가 있었지만, 트레드밀 위 장애물 보행훈련이 보행 지구력, 균형능력, 기능적 이동성에서 보다 유의하게 향상되었다. 이를 통해 트레드밀 위 장애물 보행훈련이 보행기능에 있어서 트레드밀 보행훈련보다 더 효과가 있다고 단정짓기는 힘들지만, 뇌졸중 환자의 보행기능 향상을 위해 정형화된 보행훈련보다 실내 및 실외의 다양한 요소를 고려한 보행 훈련을 적용하는 것이 보행기능 향상에 더욱 효과적일 수 있다는 것을 보여주는 것이다. 추후에는 보다 많은 표본 수를 대상으로 성공적인 지역사회 보행을 위하여 요구되는 장애물 통과 능력뿐만 아니라, 환경 및 지역적인 상태, 자세 변화, 집중력, 시간적인 요소 등을 고려한 연구도 진행되어야 할 것이다. 다른 한편으로는 다양한 지역사회 보행조건을 설정하도록 시각 및 청각 피드백을 이용한 가상현실 장애물 훈련 프로그램 개발의 필요성과 인력 대비 효율적인 보행기능 향상의 중재인지 알기위해 실제 환경적인 요소를 고려한 장애물 훈련과의 비교 연구 또한 이루어져야 할 것이다.

References

- Amatachaya S, Thaweewannakij T, Adirek-udomrat J, et al. Factors related to obstacle crossing in independent ambulatory patients with spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.* 2010;33(2):144-149.
- Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams JL. The balance scale: Reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med.* 1995;27(1):27-36.
- Bogey R, Hornby GT. Gait training strategies utilized in poststroke rehabilitation: Are we really making a difference? *Top Stroke Rehabil.* 2007;14(6):1-8.
- Cahalin LP, Mathier MA, Semigran MJ, et al. The six-minute walk test predicts peak oxygen uptake and survival in patients with advanced heart failure. *Chest.* 1996;110(2):325-332.
- Chen G, Patten C. Treadmill training with harness support: Selection of parameters for individuals with poststroke hemiparesis. *J Rehabil Res Dev.* 2006;43(4):485-498.
- Chou LS, Kaufman KR, Brey RH, et al. Motion of the whole body's center of mass when stepping over obstacles of different heights. *Gait Posture.* 2001;13(1):17-26.
- DePaul VG, Wishart LR, Richardson J, et al. Varied overground walking-task practice versus body-weight-supported treadmill training in ambulatory adults within one year of stroke: A randomized controlled trial protocol. *BMC Neurol.* 2011;11:129. doi:10.1186/1471-2377-11-129.
- Dietz V. Body weight supported gait training: From laboratory to clinical setting. *Brain Res Bull.* 2009;78(1):I-VI.
- Duncan PW, Sullivan KJ, Behrman AL, et al. Body-weight-supported treadmill rehabilitation after stroke. *N Engl J Med.* 2011;364(21):2026-2036.
- Duncan PW. Stroke disability. *Phys Ther.* 1994;74(5):399-407.
- Fisher BE, Sullivan KJ. Activity-dependent factors affecting poststroke functional outcomes. *Top Stroke Rehabil.* 2001;8(3):31-44.
- Forrester LW, Wheaton LA, Luft AR. Exercise-mediated locomotor recovery and lower-limb neuroplasticity after stroke. *J Rehabil Res Dev.* 2008;45(2):205-220.
- Goldie PA, Matyas TA, Evans OM. Deficit and change in gait velocity during rehabilitation after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77(10):1074-1082.
- Green J, Forster A, Young J. Reliability of gait speed measured by a timed walking test in patients one year after stroke. *Clin Rehabil.* 2002;16(3):306-314.
- Hesse S, Bertelt C, Jahnke MT, et al. Treadmill training with partial body weight support compared with physiotherapy in nonambulatory hemiparetic patients. *Stroke.* 1995;26(6):976-981.
- Holsbeeke L, Ketelaar M, Schoemaker MM, et al. Capacity, capability, and performance: Different

- constructs or three of a kind? *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90(5):849-855.
- Hwang EO, Oh DW, Kim SY. Community ambulation in patients with chronic post-stroke hemiparesis: Comparison of walking variables in five different community situations. *Korean Acad Phys Ther Sci.* 2009;16(1):31-39.
- Hwang SJ, Yi CH, Park SY. Application of rasch analysis to the activities-specific balance confidence (ABC) scale. *Phys Ther Kor.* 2007;14(1):37-45.
- Jones AM, Doust JH. A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. *J Sports Sci.* 1996;14(4):321-327.
- Kelley RE, Borazanci AP. Stroke rehabilitation. *Neurol Res.* 2009;31(8):832-840.
- Kelly-Hayes M, Beiser A, Kase CS, et al. The influence of gender and age on disability following ischemic stroke: The framingham study. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2003;12(3):119-126.
- Kim JM, Ann DH. Movement dysfunction in spastic hemiparesis: A problem of spasticity or muscular weakness? *Phys Ther Kor.* 2002;9(3):125-135.
- Langhorne P, Stott DJ, Robertson L, et al. Medical complications after stroke: A multicenter study. *Stroke.* 2000;31(6):1223-1229.
- Lindsay P, Bayley M, McDonald A, et al. Toward a more effective approach to stroke: Canadian best practice recommendations for stroke care. *CMAJ.* 2008;178(11):1418-1425.
- Macko RF, Ivey FM, Forrester LW, et al. Treadmill exercise rehabilitation improves ambulatory function and cardiovascular fitness in patients with chronic stroke: A randomized, controlled trial. *Stroke.* 2005;36(10):2206-2211.
- Mayo NE, Wood-Dauphinee S, Ahmed S, et al. Disablement following stroke. *Disabil Rehabil.* 1999;21(5-6):258-268.
- Miller EW, Quinn ME, Seddon PG. Body weight support treadmill and overground ambulation training for two patients with chronic disability secondary to stroke. *Phys Ther.* 2002;82(1):53-61.
- Moreland JD, Depaul VG, Dehueck AL, et al. Needs assessment of individuals with stroke after discharge from hospital stratified by acute functional independence measure score. *Disabil Rehabil.* 2009;31(26):2185-2195.
- Morris S, Morris ME, Iansek R. Reliability of measurements obtained with the timed "up & go" test in people with parkinson disease. *Phys Ther.* 2001;81(2):810-818.
- Moseley AM, Stark A, Cameron ID, et al. Treadmill training and body weight support for walking after stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2005;(4):CD002840.
- Mossberg KA. Reliability of a timed walk test in persons with acquired brain injury. *Am J Phys Med Rehabil.* 2003;82(5):385-390.
- Park HJ, Oh DW, Kim SY, et al. Effectiveness of community-based ambulation training for walking function of post-stroke hemiparesis: A randomized controlled pilot trial. *Clin Rehabil.* 2011;25(5):451-459.
- Park JH, Kwon YC. Standardization of korean version of the mini-mental state examination (mmse-k) for use in the elderly. Part II. Diagnostic validity. *Psychiatry Investig.* 1989; 28(3):508-513.
- Patla AE, Prentice SD, Robinson C, et al. Visual control of locomotion: Strategies for changing direction and for going over obstacles. *J Exp Psychol Hum Percept Perform.* 1991;17(3):603-634.
- Perry J, Garrett M, Gronley JK, et al. Classification of walking handicap in the stroke population. *Stroke.* 1995;26(6):982-989.
- Podsiadlo D, Richardson S. The timed "up & go": A test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-148.
- Pohl M, Mehrholz J, Ritschel C, et al. Speed-dependent treadmill training in ambulatory hemiparetic stroke patients: A randomized controlled trial. *Stroke.* 2002;33(2):553-558.

- Pound P, Gompertz P, Ebrahim S. A patient-centred study of the consequences of stroke. *Clin Rehabil.* 1998;12(4):338-347.
- Powell LE, Myers AM. The activities-specific balance confidence (ABC) scale. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 1995;50A(1):M28-M34.
- Rantakokko M, Mänty M, Iwarsson S, et al. Fear of moving outdoors and development of outdoor walking difficulty in older people. *J Am Geriatr Soc.* 2009;57(4):634-640.
- Said CM, Goldie PA, Culham E, et al. Control of lead and trail limbs during obstacle crossing following stroke. *Phys Ther.* 2005;85(5):413-427.
- Said CM, Goldie PA, Patla AE, et al. Effect of stroke on step characteristics of obstacle crossing. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(12):1712-1719.
- Salbach NM, Mayo NE, Robichaud-Ekstrand S, et al. Balance self-efficacy and its relevance to physical function and perceived health status after stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(3):364-370.
- Salbach NM, Mayo NE, Wood-Dauphinee S, et al. A task-orientated intervention enhances walking distance and speed in the first year post stroke: A randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2004;18(5):509-519.
- Salminen AL, Brandt A, Samuelsson K, et al. Mobility devices to promote activity and participation: A systematic review. *J Rehabil Med.* 2009;41(9):697-706.
- Shumway-Cook A, Patla AE, Stewart A, et al. Environmental demands associated with community mobility in older adults with and without mobility disabilities. *Phys Ther.* 2002;82(7):670-681.
- Sohn RH, Choi HS, Son JS, et al. The comparison of overground walking and treadmill walking according to the walking speed: Motion analysis and energy consumption. *J Biomed Eng Res.* 2009;30(3):226-232.
- Solway S, Brooks D, Lacasse Y, et al. A qualitative systematic overview of the measurement properties of functional walk tests used in the cardiorespiratory domain. *Chest.* 2001;119(1):256-270.
- Sullivan KJ, Knowlton BJ, Dobkin BH. Step training with body weight support: Effect of treadmill speed and practice paradigms on poststroke locomotor recovery. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(5):683-691.
- Waagfjörd J, Levangie PK, Certo CM. Effects of treadmill training on gait in a hemiparetic patient. *Phys Ther.* 1990;70(9):549-558.
- Werner C, Bardeleben A, Mauritz KH, et al. Treadmill training with partial body weight support and physiotherapy in stroke patients: A preliminary comparison. *Eur J Neurol.* 2002;9(6):639-644.
- Wevers L, van de Port I, Vermue M, et al. Effects of task-oriented circuit class training on walking competency after stroke: A systematic review. *Stroke.* 2009;40(7):2450-2459.
- Yang YR, Tsai MP, Chuang TY, et al. Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: A randomized controlled trial. *Gait Posture.* 2008;28(2):201-206.

This article was received June 17, 2013, was reviewed June 17, 2013, and was accepted July 5, 2013.