

감각운동 훈련을 병행한 순환식 과제 지향 운동프로그램이 뇌졸중 환자의 보행 및 균형에 미치는 영향 : 예비연구

김선민 · 강순희[‡]
한국교통대학교 물리치료학과

The Effects of Task-Related Circuit Exercise Program Combined with Sensorimotor Training on Balance and Walking in Persons with Stroke : A pilot study

Kim Sunmin, PT · Kang Soonhee, PT, Ph.D[‡]
Dept. of Physical Therapy, Korea National University of Transportation

Abstract

Purpose: The purpose of this study was to identify whether task-related circuit exercise program combined with sensorimotor training for 4 weeks could improve the balance and gait in stroke patients.

Method: Fifteen stroke patients who had agreed with the study were randomly divided into 3 groups categorized as task-related circuit exercise program combined with sensorimotor training group (experimental group 1, n=5), task-related circuit exercise program group (experimental group 2, n=5), and control subjects performed conventional physical therapy (control group, n=5). The balance and gait were assessed by BT-4 force platform system, Berg Balance Scale, 10meter Walk Test and Smart Step at before training and after training. Wilcoxon signed rank test was used to analyze change before and after intervention in intra-group. Kruskal Wallis H test, Mann-Whitney U test and Bonfferoni correction were used to analyze changes of all variables in inter-groups.

Result: The experimental group 1 showed significant improvements in postural sway area, BBS scores, walking velocity and plantar pressures of affected foot, whereas the experimental group 2 showed significant improvements in BBS scores, and the control group were no significantly different in all variables following training. The changes of postural sway area and BBS scores in the experimental group 1 were significantly greater than them of the control group. The changes of postural sway area in the experimental group 1 was significantly greater than that of the experimental group 2.

Conclusion: The result of this study suggest the task-related circuit exercise program combined with sensorimotor training is an effective intervention to improve balance and gait in stoke patients.

Key Words : task-related circuit exercise program, sensorimotor training, balance, gait

[‡]교신저자:
강순희, shkang@ut.ac.kr

I. 서 론

1. 연구의 배경 및 필요성

뇌졸중은 악성 종양 및 심혈관질환과 더불어 인류의 3대 사망 원인 중 하나이며(통계청, 2013), 뇌졸중은 사망하지 않더라도 이로 인한 후유증이나 합병증으로 환자 본인, 가족, 나아가서는 사회에 큰 영향을 끼친다. 생활수준의 향상과 의학의 발전에 따라 평균 수명의 증가와 함께 뇌졸중에 이환된 환자의 수는 점점 증가하고 있다(김경태 등, 2003). 뇌졸중 후에 가장 일반적인 증상은 마비측의 근력약화이며, 이러한 근력의 약화는 마비측의 체간 근력에도 나타난다. 체간은 신체의 중심으로서 기능적 움직임 시의 자세를 조정해 중력에 대항하고 사지의 움직임을 준비하며 동적 움직임 시의 중심이동을 조절하여 새로운 자세로의 적응을 할 수 있도록 돕는다. 체간의 강한 안정성은 균형과 사지의 움직임에 필수적이며 상지와 하지의 능숙한 사용은 숙련된 기술과 일상생활동작의 필수 조건이다(Ryerson 등, 2008). 또한 뇌졸중 환자의 특징적인 증상은 두 발을 지면에서 떼지 않고 균형을 유지한 상태에서 무게중심을 이동할 수 있는 최대 거리로 정의되는 안정성 한계의 감소와(Geiger 등, 2001), 선 자세에서의 자세동요의 증가이다(Diener & Horak, 1994).

뇌졸중 환자에서는 마비측이 비마비측에 비해 좌우의 안정성 한계가 절반 이하로 나타나 마비측으로의 무게중심 이동능력이 어려워 균형과 보행능력 저하의 원인이 된다(황병용, 2002). 최근 연구에서는 뇌졸중 환자의 기능 향상을 위해 순환식 과제 지향 운동프로그램이 강조되고 있으며, 강제적으로 환측 사용을 유도하는 강제 유도 운동치료는 많은 선행 연구에서 피질의 재조직화를 보고하였고(Coote 등, 2013), 순환식 과제 지향 운동 프로그램을 통하여 과제 지향 및 목적 지향 훈련의 다양한 치료 효과성이 보고되었다(Coote 등, 2013; 김재욱 등, 2003; 박현식, 2005; 조규행 등, 2004).

이러한 순환식 과제 지향 운동 프로그램은 운동 학습 이론을 바탕으로 고안된 치료의 한 형태로, 1980년대 Carr과 Shepherd에 의해 뇌졸중 환자를 대상으로 처음 제안되었으며 이 프로그램은 운동 학습에 기초하여 다양한 감각

자극과 기능적 활동을 환자에게 효과적으로 제시하고, 실제 일상생활의 활동능력 향상에 도움을 줄 수 있는 과제들로 구성하여 보다 효과적인 치료법을 제시하였다(신은경, 2007). 또한 치료사가 일대일 치료의 신념에서 탈피하고, 환자의 치료 시간의 증가와 훈련 양의 증가를 위하여 집단 치료로 치료사의 감독 하에 실시되는 중재 프로그램이며 환자는 준비된 과제를 돌아가며 수행하고 치료사는 보다 쉽게 치료 업무를 수행할 수 있다고 하였다(Carr & Shepherd, 2003).

이러한 뇌졸중 환자의 균형회복을 위하여 지금까지 많은 치료적 중재방법이 적용되어 왔다. 그 방법으로는 측방 체중이동(Davies, 1985), 공을 이용한 방법(Edwards, 2002), 시각적 피드백 훈련(Wollacott와 Shumway-Cook, 2002), 환측 체중 이동 훈련(Laufer 등, 2003), 특정 과제 훈련(Dean 등, 2000) 등 다양하다.

하지만, 환자들이 일상생활을 수행할 때 보행을 유지한 상태에서 동시에 여러 가지의 과제를 동시에 수행해야하는 오늘날의 현실에도 불구하고(Plummer-D'Amato 등, 2010), 대부분의 뇌졸중 관련 연구에서는 이중과제 상태에서의 균형 훈련에 대해서만 연구되고 있고(지상구 등, 2013), 이는 보행을 유지하며 과제를 수행하는 기능적인 움직임과는 다소 동떨어진 연구라고 할 수 있겠다. 이와 같이 지금까지의 연구의 흐름을 살펴보면, 균형훈련은 자세조절 및 인지과제라는 두 가지 과제에 동시에 노출되어 훈련하는 것이 더 효과적이라고 할 수 있겠다. 뇌졸중 환자를 대상으로 이중과제에 대한 최신 경향은 청각, 시각, 언어 등의 인지과제를 보행과 동시에 수행하도록 하여 보행과 인지과제 간의 상호 작용을 이중과제방법을 통해 해석하거나(Plummer-D'Amato 등, 2008) 이중과제 운동에 따른 훈련 시 보행변수들을 분석하는 연구(Yang 등, 2007) 등이 주로 이루어지고 있다.

최근에는 운동감각과 관절 위치감각이 중요한 평가 기준이 되고 있으며 뇌졸중 발병 환자의 65 %는 일반적으로 촉각과 보호 반응, 그리고 고유수용성 감각의 상실을 경험한다(Lennon & Rothwell, 1994).

또한 뇌졸중 환자의 비정상적인 관절의 위치감각이 보행속도의 저하와 보폭의 감소를 유발한다고 보고하면서 관절의 위치감각을 고려한 운동을 권장하였다(Lin, 2005).

본 연구에서는 이러한 뇌졸중 환자의 문제점을 해결하

기 위해 감각운동 훈련을 적용하였다.

감각운동 훈련(sensorimotor training)은 감각수용기를 통해 뇌에 전달된 다양한 감각들을 두뇌에서 통합되어 뇌를 자극시키고 뇌기능 발달과 함께 운동 발달도 효과적으로 증가시킬 수 있는 방법을 말한다(박재국 등, 2006). 또한 감각운동 훈련은 감각과 운동신경을 기능적으로 통합하여 신체기능을 향상시키는 운동방법으로(Boyle, 2016), 감각운동 훈련을 이용하여 감각운동기능을 향상시킬 수 있는데, 감각운동기능은 신체의 고유수용성 감각이나 전정 감각의 향상을 통해 시각을 따로 염두 해두지 않아도 어떤 것이 공간에서 움직이는지를 감지할 수 있고 대근육 운동이나 협조운동을 실행할 수 있다는 장점이 있다(김영록 등, 2005).

박유형(2008)은 뇌졸중 환자를 대상으로 한 선행연구 중 발목관절 고유수용성 운동조절 프로그램이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 긍정적 효과가 있다고 보고 하였으며, 치료적 중재에 있어 고유수용성 감각의 회복은 치료 과정에서 중요한 요소이다. 전형적으로 감각운동 훈련은 발목관절의 손상과 자세 장애에 대한 재활 목적으로 사용되었으며, 전향적 연구에서는 발목 및 무릎관절 손상에 대한 예방 효과를 보여 왔다. 최근에는 감각운동 훈련이 재활 및 예방뿐만 아니라 운동수행 특히, 근력 향상에 적용되어지고 있다(Bruhn 등, 2004; Granacher 등, 2006; Heitkamp 등, 2001; Taube 등, 2007).

Hoffman(1995)은 28명의 정상 성인을 대상으로 밸런스 보드를 이용하여 하루에 10분씩 주 3회, 10주간 훈련을 시행한 연구에서, 자세균형조절 능력을 비교 시 자세의 동요 정도가 의미 있게 감소된다고 하였다. 황병용(2002)은 고유수용성 운동조절 프로그램이 만성 뇌졸중 환자의 균형 및 보행 능력을 증진시키는데 효과적이다 하였으며 Ryerson(2008)는 뇌졸중 환자의 체간 조절 및 균형을 개선시키기 위한 훈련방법으로서 체간의 고유수용성 감각 훈련의 중요성을 강조하였다.

이와 같이 순환식 과제지향 운동프로그램과 감각운동 훈련은 운동 기술 습득 및 환자의 기능향상을 위해 다양한 분야에서 이용되고 있다. 하지만 이러한 순환식 운동프로그램과 감각운동 훈련에 대한 선행연구는 많이 있으나 감각운동 훈련을 병행한 순환식 운동프로그램에 대한 연구는 부족한 실정이다.

순환식 운동프로그램에 대한 선행연구에서 Mudge 등(2009)은 뇌졸중 환자의 보행능력이 크게 향상되었음을 제시하였지만 뇌졸중 환자에게 중요한 요소인 균형에 대한 평가는 미흡하였다.

따라서 본 연구에서는 만성 뇌졸중 환자들에게 15개 과제로 구성된 운동을 초기 2주 동안 단단한 지지면 위에서 수행하게 한 후에 다음 2주 동안 불안정한 지지면 위에서 동일한 과제의 운동을 수행하게 함으로써 4주간의 감각운동 훈련을 병행한 순환식 과제지향 운동프로그램이 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 어떤 영향을 미치는 지를 알아보고자 하였다.

2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 4주간 감각운동 훈련을 병행한 순환식 과제지향 운동프로그램이 뇌졸중 환자의 보행 및 균형에 미치는 영향을 알아보고 연구 방법의 타당성을 알아보고자 예비연구를 시행하였다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구에서는 청주시에 위치한 C병원에 입원중인 뇌졸중 환자들로서 연구자로부터 연구의 목적과 방법을 충분히 듣고, 실험에 자발적인 참여를 동의한 15명의 뇌졸중 환자들을 대상으로 하였으며, 연구 대상자의 선정기준은 뇌졸중 진단을 받은 지 6개월 이상인 자, 치료사의 지시를 이해하고 과제 수행이 가능한 자, 한국형 간이 정신 상태 검사(K-MMSE)에서 24점 이상인 자, 연구에 영향을 주는 전정기관이나 시야결손의 문제가 없는 자, 연구에 영향을 주는 정형외과적 질환이 없는 자 및 독립적으로 10 m 보행이 가능한 자로 하였다. 본 연구에서 양측마비, 소뇌질환 또는 시야 결손이 있는 자, 및 의사소통이 불가능한 자는 제외하였다. 뇌졸중 환자 15명을 감각운동 훈련을 병행한 순환식 과제지향 운동프로그램군(실험군 1), 순환식 과제지향 운동프로그램군(실험군 2), 일반적인 물리치료군

(대조군)으로 나누어 1군에 각 5명씩 대상자를 배치하였다. 연구자는 대상자들에게 실험 개요와 측정 방법에 대해 설명을 하였고, 숫자 1, 2, 3이 적힌 15개 메모지 중 한 장을 뽑는 방법으로 무작위 배정하였다.

중재 전에 대상자들의 일반적인 특성과 균형 및 보행 관련 종속변수들에 대한 측정을 시행하였고, 4주간 군별 중재를 시행한 다음에, 균형 및 보행 관련 종속변수들에 대해 사전검사에서 사용한 동일한 측정도구를 사용하여 동일한 측정자들이 다시 측정하였다.

2. 연구도구

1) 균형의 평가

본 연구에서는 뇌졸중 환자의 균형을 평가하기 위하여 버그 균형 척도와 균형측정시스템(BT-4, Hur Lab, Finland) 사용하였다.

(1) 버그 균형 척도(Berg Balance Scale, BBS)

버그 균형 척도는 앉기, 서기, 자세변화 등을 통해 균형을 유지 능력을 평가하는 도구이며 총 14개 항목으로 구성되어있다. 각 항목에서 과제를 수행할 수 없는 경우에는 최소 0점에서 독립적으로 완벽히 수행할 경우에는 최고 4점으로 배점이 되고, 총점은 56점이다. 20점 이하는 균형 장애가 있음을 의미한다. 이 척도는 뇌졸중 환자를 대상으로 검사자간 신뢰도 $r=0.98$ 와 재검사 신뢰도 $r=0.99$ 를 보였다 (Beninato 등, 2009).

(2) 균형측정시스템

연구대상자의 동적 균형과 정적 균형능력을 평가하기 위하여 균형측정시스템(BT-4, Hur Lab, Finland)을 사용하였다(Piirainen 등, 2010). BT-4는 100 Hz의 표본 추출률을 가지고 있으며, 4각형의 형태로 각 사변의 꼭지점에는 측정센서(strain gauge)를 가지고 있다. 4각형의 플랫폼 위에는 연구대상자의 자세를 도와주기 위해서 발의 위치가 표시되어 있으며, 4개의 센서를 통해서 연구대상자의 압력 중심(center of pressure; COP)을 찾아내고 시간에 따른 자세 동요(perturbation)를 Smart-suit Balance 소프트웨어 1.4를 통해서 균형능력을 분석·측정할 수 있다.

정적균형능력(static balance) 검사의 경우는 각 30초씩 두 번 눈을 감고 측정을 하였으며(Borg와 Laxåback, 2010), 두 번째 측정된 값을 이용하였다. 발의 위치는 신발을 제거한 상태에서 양 뒤꿈치의 간격을 2 cm로 간격을 유지하였고, 각 발은 15° 씩 외측으로 향하게 했으며, 양 손은 바지 단에 자연스럽게 위치하도록 하였다(Borg & Laxåback, 2010). 정적균형능력에서 사용되는 주요 결과 값으로는 압력중심에 의한 자세동요를 이동경로선이 그려진 면적(mm^2)을 구하였다. 정적균형능력 측정 시 나오는 이동경로선의 면적은 압력중심이 측정시간 동안 그려지는 공간에 대한 면적을 측정하여 사용한다. 이 때, 그려지는 전체 면적의 90~95 % 내측 면적을 사용한다. 단위로는 제곱 밀리미터(mm^2)로 표시되며, 정적균형능력이 좋을수록 면적이 좁고, 나쁠수록 면적이 넓다고 해석한다.

2) 보행의 평가

(1) 10m 보행 검사

보행능력을 평가하기 위하여 10m 보행 검사(10 Meter Walk Test, 10MWT)를 사용하였다.

본 연구에서는 Dean 등(2000)의 방법으로 총 14 m를 편안한 속도로 걷게 하였으며 가속과 감속을 감안하여 처음 2 m와 마지막 2 m를 측정에서 제외하였다. 본 연구에서는 10MWT는 각 연구대상자에 대하여 3회 측정하여 평균값을 제시하였다. 10MWT는 뇌졸중 환자를 대상으로 실시한 검사-재검사 신뢰도 계수($r=.95$)는 높게 나타났다(Tilson 등, 2010).

(2) 보행측정시스템

본 연구에서는 보행 중 환측의 전체 족저압을 측정하기 위해 보행측정시스템(Smart Step, Andante, Israel)을 사용하였다. 스마트 스텝은 환자의 발 크기에 맞는 기기의 깔창을 선택하여 신발 안에 넣고 신발을 신고 의자에 앉아 깔창에 공기를 주입해 기저 압력값을 교정한 후, 걷거나 의자에 앉았다 일어나거나 하는 등 다양한 동작을 할 때, 깔창을 통하여 데이터가 무선으로 본체에 전해져 보행 속도, 분속수, 전족부 및 후족부 압력 분포, 보행 주기 등을 분석하게 된다. 스마트 스텝을 이용한 정형외과적 혹은 신경학적 환자의 보행 중 환측 하지에 체중부하를 힘판과 비

교한 결과, 힘판과 매우 유사하게 정확한 결과값을 보였으며($R^2=0.907$, $p=0.0003$), 매우 효과적이고 신뢰할 수 있다(Isakov, 2007). 본 연구에서는 스마트 스텝을 마비측 발에 적용하였으며 측정의 타당도를 높이기 위해 반복 2회씩 보행을 실시하여 평균값을 사용하였다.

3. 중재

본 연구에서 실험군 1, 실험군 2 및 대조군에게 각각 감각운동 훈련을 병행한 순환식 과제 지향 운동, 순환식 과제 지향 운동 및 일반적인 물리치료를 4주간, 주 5회, 회기 당 30분간 적용하였다. 순환식 과제 지향 운동은 15개 과제로 구성되었고 각 과제당 2분씩 수행하였다.

1) 순환식 과제 지향 운동

본 연구에서 실험군 2는 순환식 과제 지향 운동을 수행하였다. 순환식 과제 지향 운동은 Mudge 등(2009)의 연구에서 사용된 과제를 수정 및 보완하여 15개의 과제로 구성되었다. 실험군 2는 순환식 과제 지향 운동프로그램을 총 4주간, 주 5회, 회기당 30분 동안 수행하였다. 순환식 과제 지향 운동프로그램은 연구대상자의 수준에 맞추어 수정하였으며 환자의 수행능력에 따라 과제별 강도를 조절하였다. 순환식 운동프로그램의 훈련 방법과 강도 조절 방법은 다음과 같다(표 1).

2) 감각운동 훈련을 병행한 순환식 과제 지향 운동

실험군 1은 순환식 과제 지향 운동프로그램을 초기 2주간 동안 안정된 지지면 에서 수행하였고, 다음 2주간 동안 균형 패드(balance pad) 또는 균형 매트(balance mat) 위에서 순환식 과제 지향 훈련을 하였고, 불안정한 지지면 위에서 과제 수행이 익숙해지면 시각을 차단한 후에 불안정한 지지면 위에서 순환식 과제 지향 훈련을 하는 방법으로 진행하였다. 만약 균형 패드 위에서 수행이 어려운 경우에는 균형 패드 대신 특수재질로 이루어진 균형 매트를 사용하였다. 따라서 균형패드 또는 균형매트의 불안정한 지지면에서 훈련이 능숙해지면 시각을 차단한 후 과제를 수행하였다.

3) 일반적인 물리치료

대조군에게 적용한 일반적인 물리치료는 관절가동범위 운동으로써 수동운동, 능동보조운동, 능동운동, 저항운동, 신장운동이 있고 보행훈련으로는 정적인 상태에서 체중부하나 체중이동 그리고 균형훈련을 시행하는 방법을 사용하였으며 신경반사 촉진법에는 근력강화와 지구력을 강조하는 전통적인 기능적 접근법인 반사를 억제하고 촉진전략들을 사용하는 신경발달치료, 나선과 사선의 운동방식을 사용하는 고유수용성 신경근 촉진법, 공동운동을 사용하는 브룬스트롬 방법 등을 사용하였다.

4. 연구절차

대상자들에게 치료실에서 연구 목적과 연구 절차에 대해 연구자가 설명을 한 다음에 제비뽑기 방식으로 실험군 1, 실험군 2 및 대조군의 세 집단에 무작위 배정하였다. 연구자는 중재 전에 인터뷰를 통해 대상자들의 일반적인 특성을 묻는 설문지를 작성한 다음에, 균형 및 보행관련 종속변수들을 평가하기 위하여 관련 측정도구를 사용하여 측정하였다. 4주간 집단별 설정된 중재를 시행하였고, 중재 후 동일한 측정도구를 사용하여 균형 및 보행 관련 종속변수들을 측정하였다.

5. 자료처리

본 연구에서 수집된 자료를 분석하기 위해 SPSS Win. 21.0 Package 을 사용하였다. 대상자의 일반적인 특성 및 사전종속변수의 동질성 검정을 위해 카이제곱 검정(Chi squared test) 및 Kruskal Wallis H 검정을 시행한 결과 군간 동질성을 만족하였다. 각 군의 훈련 전·후 군내 종속변수의 변화를 알아보기 위해 Wilcoxon 부호-순위 검정(Wilcoxon signed rank test)을 이용하여 분석하였다. 또한 훈련 전·후 군간 종속변수의 변화량을 비교하기 위하여 Kruskal Wallis H 검정을 이용하였고 사후 검정을 위하여 Mann-Whitney U 검정 후 Bonferroni correction을 이용하여 분석하였다.

표 1. 순환식 과제 지향 운동프로그램 훈련 내용

순환식 과제 지향 운동프로그램 훈련	
훈련과제	훈련내용 및 강도조절
Sit to stand	차츰 속도를 높이거나 좌석 높이를 낮추어 강도를 조절 (1. 수준별로 과제를 잘 수행할 경우 2 cm 좌석을 낮게 해준다.)
Self sway	벽을 지지하여 시작하며 발목 앞뒤로 흔들림 진폭을 증가시키거나 점차 벽으로부터 떨어져 위치하여 진행 처음 벽을 지지하거나 또는 치료사의 도움 하에 중재를 실시 환자의 기능 수준별로 도움을 maximal assist에서 점진적으로 independent까지 도움 정도를 조절하여 강도를 조절 (1,maximal 2.moderate 3. minimal 4 .independent)
Standing balance	Standing balance 훈련으로 교차 한 팔과 상체의 회전을 추가 또는 다리를 들게 하여 강도 조절 (1.교차한 팔 2.상체회전 3.한쪽다리 들기)
Step-ups	낮은 계단에서 시작하여 계단의 높이를 증가하여 강도 조절 (낮은 계단 높이 = 7.5 cm 높은 계단 = 13.5 cm)
Balance beam	평균대를 걷는 속도를 증가하거나 손에 모래주머니를 잡게 하여 강도를 조절 (모래주머니의 무게는 초록색 0.68 kg, 빨강색 1.26 kg, 연두색 1.81 kg)
Standing hamstring curl	모래주머니 무게 또는 반복 횟수를 증가하여 강도를 조절한다. (모래주머니의 무게는 초록색 0.68 kg, 빨강색 1.26 kg, 연두색 1.81 kg)
Tandem walk	균형을 위해 벽에 손을 짚고 시작 또는 치료사의 assist 하에 실시한다. 속도를 감소하거나 팔을 교차시켜 강도를 조절 또는 치료사의 도움의 정도로 강도를 조절한다. (1, maximal 2. moderate 3. minimal 4. independent)
Swiss ball squats	진행 시간을 증가 시키거나 또는 손에 부가적인 가중치를 주어 강도를 조절한다. 진행시간에 대한 강도 조절은 처음 3초 동안 버티게 하였다면 2초씩 늘려 나가는 방법으로 실시 (모래주머니의 무게는 초록색 0.68 kg, 빨강색 1.26 kg, 연두색 1.81 kg)
Tandem stance	균형을 위해 벽을 짚고 시작하거나 치료사의 assist하에 시작한다. 팔을 교차하여 훈련을 하거나 치료사의 도움정도를 통하여 강도를 조절(1,maximal 2.moderate 3. minimal 4 .independent)
Calf raise	진행속도나 무게를 증가시켜 강도를 조절 (모래주머니의 무게는 초록색 0.68 kg, 빨강색 1.26 kg, 연두색 1.81 kg) 또는 점프로의 진행으로 강도를 조절한다. (1. 양발 2. 점프)
Backward walk	처음 벽을 지지하거나 또는 치료사의 도움정도를 통하여 강도를 조절 (1,maximal 2.moderate 3. minimal 4 .independent)
Lunges	처음 벽을 지지하거나 또는 치료사의 도움정도를 통하여 강도를 조절 (1,maximal 2.moderate 3. minimal 4 .independent)
Side leg lifts	진행 되는 무게와 반복 횟수로 강도 조절 (모래주머니의 무게는 초록색 0.68 kg, 빨강색 1.26 kg, 연두색 1.81 kg)
Marching in place	제자리 걷기 운동으로 치료사의 assist나 하지에 지원 가능한 무게를 주어 강도를 조절한다.
Obstacle course	장애물 훈련으로 장애물의 변화와 속도를 증가시켜 강도 조절

표 2. 연구대상자의 일반적 특성

	Experimental group 1	Experimental group 2	Control group	χ^2 or F	p
Sex					
male/female[n(%)]	1/4(20/80)	5/0(100/0)	2/3(40/60)	6.964	.031
Age (year)	^a 62.00 ± 7.78	71.40 ± 7.23	66.80 ± 18.05	2.344	.310
Height (cm)	154.80 ± 11.08	167.40 ± 4.51	161.00 ± 4.36	5.283	.071
Weight (kg)	59.00 ± 7.11	63.00 ± 7.04	59.20 ± 8.61	1.423	.491
MMSE-K(score)	25.40 ± 1.52	26.40 ± 2.07	27.20 ± 3.56	1.530	.465
Hemi side					
right/left[n(%)]	2/3(40/60)	3/2(60/40)	2/3(40/60)	0.536	.765

^a Mean±SD

Ⅲ. 연구 결과

1. 연구대상자의 특성

연구대상자의 일반적인 특성은 표 2에 나타난 바와 같다. 실험군 1, 실험군 2 및 대조군의 일반적 특성에서는 성별을 제외하고 연령, 신장, 체중, K-MMSE(score) 및 마비측 비율 등에서 집단간 유의한 차이가 없었다($p>.05$).

2. 훈련 전·후 균형의 변화

훈련 전 자세동요 면적값과 BBS 점수의 집단간 모든 균형변수 중 자세동요 면적을 제외하고 BBS 값에서는 세 집단간 유의한 차이가 없어서($p>.05$) 동질성이 확인되었다(표 3).

1) 훈련 전·후 자세동요 면적의 변화

자세동요 면적에 있어서 실험군 1은 훈련 전 343.84 mm²에서 훈련 후 312.01 mm²로 감소하였고, 통계학적으로 훈련 전·후에 유의한 차이가 있었다($p<.05$). 실험군 2에서는 훈련 전 1122.20 mm²에서 훈련 후 1119.42 mm²로 감소하였으나 훈련 전·후 유의한 차이는 없었다($p>.05$). 대조군에서는 훈련 전 593.94 mm²에서 훈련 후 591.65 mm²로 감소하였지만 훈련 전·후 유의한 차이는 없었다($p>.05$).

집단 간 훈련 전·후 자세동요 면적의 변화량은 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<.01$)(표 3). 사후검정 결과, 실험군 1이 실험군 2보다 훈련 전·후 자세동요 면적의 변화량이 유의하게 더 컸고($p<.01$), 실험군 1이 대조군보다 훈련 전·후 자세동요 면적의 변화량이 유의하게 더 큰 것으로 나타났다($p<.01$)(표 3).

2) 훈련 전·후 BBS 점수의 변화

실험군 1의 BBS점수에서는 훈련 전 29.40점에서 훈련 후 31.60점으로 유의하게 증가하였다($p<.05$). 실험군 2의 BBS 점수는 훈련 전 29.40점에서 훈련 후 31.60점으로 유의하게 증가하였다($p<.05$). 대조군에서는 34.60점에서 35.40점으로 0.80점 증가하였으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p>.05$). 집단간 BBS 점수의 변화량은 유의한 차이가 있었다($p<.05$)(표 3). 사후검정 결과, 실험군 1이 대조군보다 훈련 전·후 BBS 점수의 변화량이 유의하게 더 큰 것으로 나타났다($p<.01$)(표 3).

3. 훈련 전·후 보행의 변화

훈련 전 보행속도, 전체 족저압의 모든 보행 변수에서 집단 간 유의한 차이가 없어서($p>.05$) 동질성이 확인되었다(표 4).

1) 훈련 전·후 보행속도의 변화

실험군 1의 보행속도는 훈련 전 0.44 m/s에서 훈련 후 0.5 m/s로 0.06 m/s 유의하게 증가하였다($p < .05$). 실험군 2의 보행속도는 훈련 전 0.42 m/s에서 훈련 후 0.48 m/s로 0.05 m/s 증가하였으며 통계학적으로 유의한 차이는 없었고($p > .05$), 대조군에서도 훈련 전 0.28 m/s에서 훈련 후 0.31 m/s로 0.02 m/s 증가하였지만 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($p > .05$).

집단간 훈련 전·후 보행속도의 변화량은 유의한 차이가

없었다($p > .05$)(표 4).

2) 훈련 전·후 족저압의 변화

실험군 1의 족저압은 훈련 전 48.50 kg에서 훈련 후 51.43 kg로 2.93 kg 유의하게 증가하였다($p < .05$). 실험군 2과 대조군의 족저압에서는 훈련 전·후에 유의한 차이는 없었다($p > .05$).

집단 간 훈련 전·후 족저압의 변화량은 유의한 차이가 없었다($p > .05$)(표 4).

표 3. 훈련 전·후 균형의 변화

Variable	Group	Experimental group 1 (n=5)			Experimental group 2 (n=5)			Control group (n=5)			χ^2	p
		Mean±SD ^a		Mean±SD	Mean±SD		Mean±SD					
Static area (mm ²)	Pre	343.84	± 224.36	1122.20	± 478.70	593.94	± 121.31	*9.08	.011			
	Post	312.01	± 220.84	1119.42	± 477.78	591.65	± 123.33					
	Post-Pre	-31.83	± 9.45 ^{bc}	-2.79	± 3.40	-2.29	± 7.71			10.51	.005	
	z	-2.023		-1.753		-.677						
	p	.043		.080		.498						
¹ BBS (score)	Pre	^a 42.00	± 5.79	29.40	± 14.81	34.60	± 9.84	*2.63	.268			
	Post	46.80	± 5.22	31.60	± 13.69	35.40	± 10.04					
	Post-Pre	4.80	± 1.92 ^c	2.20	± 1.64	0.80	± 1.10			8.55	.014	
	z	-2.032		-2.041		-1.414						
	p	.042		.041		.157						

^aMean±SD: 평균±표준편차, ¹BBS: Berg balance scale, ^b: 실험군 1이 실험군 2보다 훈련 전·후 변화량이 유의하게 더 큼, ^c: 실험군 1이 대조군보다 훈련 전·후 변화량이 유의하게 더 큼

* group간 동질성 검정결과

표 4. 훈련 전·후 보행의 변화

Variable	Group	Experimental group 1 (n=5)			Experimental group 2 (n=5)			Control group (n=5)			χ^2	p
		Mean ± SD ^a		Mean ± SD	Mean ± SD		Mean ± SD					
Walking Speed ¹ 10MWT (m/s)	Pre	0.44	± 0.22	0.42	± 0.22	0.28	± 0.15	*1.86	.395			
	Post	0.5	± 0.24	0.48	± 0.27	0.31	± 0.18					
	Post-Pre	0.06	± 0.02	0.05	± 0.05	0.02	± 0.03			2.72	.256	
	z	-2.032		-1.826		-1.604						
	p	0.042		.068		.109						
Foot pressure (kg)	Pre	48.50	± 11.38	54.92	± 14.88	47.66	± 21.35	* .62	.733			
	Post	51.43	± 11.02	54.74	± 14.74	47.55	± 18.19					
	Post-Pre	2.93	± 0.62	-0.18	± 0.52	-0.11	± 5.52			4.82	.090	
	z	-2.023		-.365		-1.135						
	p	.043		.715		.893						

^aMean±SD: 평균±표준편차, *group간 동질성 검정결과 ¹10 Meter Walk Test

IV. 고 찰

본 연구의 목적은 감각운동 훈련(Sensorimotor Training, SMT)을 병행한 순환식 과제 지향 운동프로그램을 시행하였을 때 뇌졸중 환자의 균형 및 보행능력에 어떤 영향을 미치는 지를 알아보기 위한 것이었다. 연구의 목적을 달성하기 위해 뇌졸중 환자 15명을 한 집단 간 5명씩 실험군 1, 실험군 2 및 대조군으로 무작위 배정하였다. 실험군 1은 감각운동 훈련을 병행한 순환식 과제 지향 운동프로그램을 하였고, 실험군 2는 순환식 과제 지향 운동프로그램만을 적용하였으며, 대조군은 관절가동범위운동, 신장운동, 근력강화운동, 균형운동 및 보행훈련 등을 포함한 일반적인 물리치료를 적용하였다. 본 연구에서 사용된 감각운동 훈련은 선행연구(Verhagen, 2005)를 근거로 균형 패드(Balance pad)를 이용하여 불안정한 지지면에서 순환식 과제 지향 운동프로그램을 적용하였다. 뇌졸중 환자들의 훈련 전·후 균형의 변화를 알아보기 위해 자세동요 면적과 BBS를 측정하였다. 연구결과에 의하면 자세동요 면적은 실험군 1만 훈련 전보다 훈련 후 유의하게 감소하였고, 실험군 1이 실험군 2 및 대조군에 비해 자세동요 면적의 훈련 전·후 변화량이 유의하게 더 컸다.

본 연구결과에서 BBS점수는 대조군을 제외하고 실험군 1과 실험군 2가 훈련 전보다 훈련 후에 BBS 점수가 유의하게 증가하였으며, 실험군 1이 대조군에 비해 BBS 점수의 변화량이 유의하게 더 크게 증가하였다. 또한 실험군 1의 훈련 전·후 BBS점수의 변화량인 4.8점은 통계학적으로 최소한의 의미 있는 변화로 알려진 MDC(Minimal Detectable Change)값 4.66점(Hiengkaew 등, 2012)을 초과하였다.

본 연구에서 감각운동 훈련을 병행한 순환식 과제 지향 운동프로그램군(실험군 1)이 대조군보다 균형능력이 더 크게 향상된 것은 불안정 지지면에서의 운동은 안정 지지면에서의 운동보다 외적 동요의 증가를 제공함에 따라 자세 정위 (postural orientation) 능력을 효과적으로 바꾸어 줌으로써 스스로 자세 조절을 할 수 있는 자세 전략(postural strategy)에 도움을 주었고, 감각계 및 운동계를 더욱 빨리 수정할 수 있도록 하기 때문에 균형능력이 향상된 것으로 사료된다(Shumsway-Cook, 2007).

본 연구의 결과와 유사하게 서흥원(2012)의 연구에서는 60명의 뇌졸중 환자를 대상으로 6주간 불안정한 지지면에서의 체중이동 훈련을 실시한 결과, 안정된 지지면에서의 체중이동 훈련군보다 BBS 점수가 유의하게 증가했음을 보고하였다. Mudge 등(2009)은 뇌졸중 환자 58명을 대상으로 4주간 과제 지향 순환훈련을 시행한 결과 Activities-specific Balance Confidence scale 점수가 유의하게 증가됨을 보고하였다.

본 연구에서 훈련 전·후 보행능력의 변화를 보기 위하여 10 m 보행검사를 통해 보행속도 변화를 측정하였으며, 스마트 스텝을 이용하여 족저압의 변화를 측정하였다. 실험군 1만 훈련 전보다 훈련 후에 보행속도가 유의하게 증가하였으나 집단 간 보행속도의 변화량은 유의한 차이가 없었다. 실험군 1의 보행속도의 변화량(0.06 m/s)은 임상적으로 최소한의 의미 있는 변화인 MCID(Minimally Clinically Important Difference) 값인 0.06 m/s(Perera 등, 2006)에 도달했다.

본 연구결과와 유사하게 Mudge 등(2009)은 뇌졸중 환자 58명을 대상으로 4주간 과제 지향 순환훈련을 시행한 결과, 보행속도가 증가하였음을 보고하였다. 이는 감각운동 훈련을 통해 불안정한 지지면에서의 운동은 안정된 지지면에서의 운동보다 안정성에 관여하는 여러 근육을 강화시키는 역동적인 운동방법으로 체간부와 근위부 관절 안정성을 증가시켜 보행능력에 영향을 주었다고 사료된다(Winter, 1995). 또한 전정감각계 정보는 불안정한 지지면, 또는 경사지거나 움직이는 면에 서있을 때 혼란을 일으키며, 발바닥 접촉면의 경도 변화는 발에 있는 피부수용기 뿐만 아니라 관절수용기, 근육수용기로서의 감각입력을 변화시키고, 이러한 입력 정보의 변화는 자세 반응과 함께 신경과 근육의 활성화에도 영향을 미친다(Chiang & Wu, 1996).

본 연구에서 훈련 전·후 족저압의 변화는 감각운동 훈련을 병행한 순환식 과제 지향 운동프로그램군(실험군 1)만 족저압이 증가하였으나 순환식 과제 지향 운동프로그램군(실험군 2)과 일반적인 물리치료군(대조군)은 족저압에 유의한 변화가 없었다. 이는 감각운동 훈련을 병행하였을 때 즉, 정적인 대칭적 서기보다는 움직이는 판(plate form)이나 불안정한 지지면을 이용하여 체중이동 훈련을 시행하였을 때 마비측 하지의 체중 부하가 증가 되었다고 보고한 연구

결과(Dickstein과 Hocherman, 1984)와 관련된 것 같다.

본 연구에서는 환자의 피로를 최소화하기 위해 감각운동 훈련 강도 및 순환식 과제 지향 운동프로그램(Mudge 등, 2009)을 환자의 능력에 맞게 수정·보안하여 사용하였다. 그러나 안정된 지지면에서 훈련을 했던 순환식 과제 지향 운동프로그램군(실험군 2)과 일반적인 물리치료군(대조군)에 비해 감각운동 훈련을 병행한 순환식 과제 지향 운동프로그램군(실험군 1)에서 피로를 호소하는 환자가 많았다. 이는 불안정한 지지면이 안정된 지지면에서 훈련하는 것 보다 순환식 과제 지향 훈련을 적용하는데 강도를 높이는 효과가 있었기 때문이라 생각한다.

본 연구의 제한점으로는 대상자가 뇌졸중 진단을 받은 지 6개월 이상인 자로 국한되어있고, 연구대상자의 수가 적다. 또한 4주간의 중재는 효과의 지속기간을 예측하기 어려우며 모든 뇌졸중으로 인한 편마비 환자에게 일반화하기에는 어려움이 있을 것으로 보인다. 따라서 이후의 연구에서는 많은 수의 뇌졸중 환자를 대상으로 연구가 이루어져야 할 필요가 있고, 급성기 뇌졸중 환자에 대한 감각운동 훈련을 병행한 순환식 과제 지향 운동의 효과를 알아볼 필요가 있고, 추후평가를 통하여 중재효과의 지속성을 평가할 필요가 있는 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 감각운동 훈련을 병행한 순환식 과제 지향 운동프로그램이 뇌졸중 환자의 보행 및 균형을 미치는 영향을 알아보기 위해 예비연구를 시행하였다. 그 결과, 감각운동 훈련을 병행한 순환식 과제 지향 운동프로그램군이 순환식 과제 지향 운동프로그램군과 일반적인 물리치료군에 비해 보행 및 균형에 대한 훈련 전·후 변화에서 유의하게 증가하였으며, 집단 간 보행 및 균형에 대한 변화량에서 보행은 유의한 차이가 없었으나, 균형능력이 유의하게 향상되었다.

따라서 이후 연구에서는 균형과 보행에 대한 전·후 비교뿐만 아니라 훈련 방법에 따른 균형과 보행에 어떠한 영향을 주었는지 상관관계, 교호작용 등이 있었는지에 대한 추가적인 통계분석을 제시하며 연구대상자의 수를 증

가시킨 연구를 통해 감각운동 훈련을 병행한 순환식 과제 지향 운동프로그램이 뇌졸중 환자의 보행 및 균형을 개선하고 증진할 수 있는 효과적인 중재방법인지 아닌지를 확인하는 것이 필요하다.

참고문헌

김경태, 안재두, 김범영 등(2003). 뇌졸중의 최근 역학적 동향. 대한재활의학회지, 27(2), 178-185.

김영록, 박종욱, 이상현 등(2005). 정신지체아동의 감각통합훈련과 중단이 대근육 운동능력 및 균형능력에 미치는 영향. 한국특수체육학회지, 13(4), 75-89.

김재욱, 김수민, 박래준(2003). 과제 지향적 기능 훈련이 뇌졸중 환자의 균형에 미치는 영향. 대한물리치료학회지, 15(4), 923-936.

박유형(2008). 발목 관절 고유수용성 운동조절프로그램이 뇌졸중 환자의 균형 및 보행에 미치는 효과. 삼육대학교 대학원, 미출판 석사학위 논문.

박재국, 류정숙, 강대옥(2006). 감각통합 훈련이 발달장애 유아의 운동기획 및 공간지각 능력에 미치는 효과. 특수아동교육연구, 8(1), 1-23.

박현식(2005). 집단순환식 과제지향훈련이 뇌졸중환자의 기능적 독립성과 삶의 질에 미치는 영향. 단국대학교 대학원, 석사학위 논문.

서홍원(2012). 만성 뇌졸중 환자의 지지면에 따른 체중이동 훈련이 하지 고유수용성 감각에 미치는 영향. 을지대학교 대학원, 석사학위 논문.

신은경(2007). 순환식 과제지향 운동프로그램이 뇌성마비 아동의 기능향상에 미치는 효과. 단국대학교 대학원, 석사학위 논문.

조규행, 이석민, 우영근(2004). 뇌졸중 환자에서 순환식 과제지향 프로그램이 기능증진에 미치는 효과. 한국전문물리치료학회지, 11(3), 59-70.

지상구, 김명권, 차현규(2013). The effect of dual motor task training on balance of subacute stroke patients. J Korean Soc Phys Med, 8(1), 1-9.

통계청(2013). 2013년 사망원인별 통계보고서. <http://www.ko>

- nso. go.kr
- 황병용(2002). 고유수용성 운동조절 프로그램이 만성 뇌졸중 환자의 균형과 보행에 미치는 효과. 계명대학교 보건대학원, 박사학위 논문.
- Beninato M, Portney LG, Sullivan PE(2009). Using the international classification of functioning, disability and health as a framework to examine the association between falls and clinical assessment tools in people with stroke. *Phys Ther*, 89(8), 816-825.
- Borg FG, Laxåback G(2010). Entropy of balance-some recent results. *J Neuroeng Rehabil*, 7(1), 1.
- Boyle M(2016). *New functional training for sports*. Human Kinetics, USA,
- Bruhn S, Kullmann N, Gollhofer A(2004). The effects of a sensorimotor training and a strength training on postural stabilisation, maximum isometric contraction and jump performance. *Int J Sports Med*, 25(1), 56-60.
- Carr JH, Shepherd RB(2003). *Stroke rehabilitation: guidelines for exercise and training to optimize motor skill*. 1st ed, New York, Butterworth Heinemann Medical.
- Coote S, Stokes EK(2013). Physiotherapy for upper extremity dysfunction following stroke. *Phys Ther Rev*, 6(1), 63-69.
- Davies PM(1985). *Steps to follow: a guide to the treatment of adult hemiplegia. based on the concept of K. and B. Bobath*. New York, Springer-Verlag.
- Dean CM, Richards CL, Malouin F(2000). Task-related circuit training improves performance of locomotor task in chronic stroke: a randomized, controlled pilot study. *Arch Phys Med Rehabil*, 81(4), 409-417.
- Edwards S(2002). *Neurological Physiotherapy: A problem-solving approach*. 2nded, New York, Churchill Livingstone.
- Geiger RA, Allen JB, O'Keefe J, et al(2001). Balance and mobility following stroke : effects of physical therapy interventions with and with out biofeedback force plate training. *Phys Ther*, 81(4), 995-1005.
- Granacher U, Gollhofer A, Strass A(2006). Training induced adaptations in characteristics of postural reflexes in elderly men. *Gait & Posture*, 24(4), 459-466.
- Heitkamp HC, Horstmann T, Mayer F, et al(2001). Gain in strength and muscular balance after balance training. *Int J Sports Med*, 22(4), 285-290.
- Hiengkaew V, Jitaree K, Chaiyawat P(2012). Minimal detectable changes of the Berg Balance Scale, Fugl-Meyer Assessment Scale, Timed "Up & Go" Test, gait speeds, and 2-minute walk test in individuals with chronic stroke with different degrees of ankle plantarflexor tone. *Arch Phys Med Rehabil*, 93(7), 1201-1208.
- Hocherman S, Dickstein R, Pillar T(1984). Platform training and postural stability in hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil*, 65(10), 588-592.
- Hoffman M, Payne VG(1995). The effects of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther*, 21(2), 90-93.
- Horak FB, Diener HC(1994). Cerebellar control of postural scaling and central set in stance. *J Neurophysiol*, 72(2), 479-493.
- Isakov E(2007). Gait rehabilitation: a new biofeedback device for monitoring and enhancing weight-bearing over the affected lower limb. *Eura Medicophys*, 43(1), 21-26.
- Laufer Y, Sivan D, Schwarzmann R, et al(2003). Standing balance and functional of patients with right and left hemiparesis in the early stages of rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair*, 17(4), 207-213.
- Lin SI(2005). Motor function and joint position sense in relation to gait performance in chronic stroke patients. *Arch Phys Med Rehabil*, 86(2), 197-203.
- Mudge S, Barber PA, Stott NS(2009). Circuit-based rehabilitation improves gait endurance but not usual walking activity in chronic stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*, 90(12), 1989-1996.
- Perera S, Mody SH, Woodman RC, et al(2006). Meaningful change and responsiveness in common physical performance measures in older adults. *J Am Geriatr Soc*, 54(5), 743-749.
- Piirainen JM, Avela J, Sippola N, et al(2010). Age dependency of neuromuscular function and dynamic

- balance control. *Eura J Sport Sci*, 10(1), 69-79.
- Plummer-D'Amato P, Altmann LJ, Behrman AL, et al(2010). Interference between cognition, double-limb support, and swing during gait in community-dwelling individuals post stroke. *Neurorehabil Neural Repair*, 24(6), 542-549.
- Plummer-D'Amato P, Altmann LJ, Saracino D, et al(2008). Interactions between cognitive tasks and gait after stroke: A dual task study. *Gait & Posture*, 27(4), 683-688.
- Rothwell J, Lennon S(1994). Control of human voluntary movement. *Physiother*, 80(12), 869.
- Ryerson S, Byl NN, Brown DA, et al(2008). Altered trunk position sense and its relation to balance functions in people post-stroke. *J Neurol Phys Ther*, 32(1), 14-20.
- Shumway-Cook A, Woollacott MH(2007). Motor control: translating research into clinical practice. Lippincott, Williams & Wilkins.
- Taube W, Gruber M, Beck S, et al(2007). Cortical and spinal adaptations induced by balance training: correlation between stance stability and corticospinal activation. *Acta Physiol*, 189(4), 347-358.
- Tilson JK, Sullivan KJ, Cen SY, et al(2010). Meaningful gait speed improvement during the first 60 days post stroke: Minimal clinically important difference. *Phys Ther*, 90(2), 196-208.
- Verhagen E, Bobbert M, Inklaar M, et al(2005). The effect of a balance training program on centre of pressure excursion in one-leg stance. *Clin Biomech*, 20(10), 1094-1100.
- Winter DA(1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait & Posture*, 3(4), 193-214.
- Wollacott M, Shumway-Cook A(2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait & Posture*, 16(1), 1-14.
- Wu G, Chiang JH(1996). The effects of surface compliance on foot pressure in stance. *Gait & Posture*, 4(2), 122-129.
- Yang YR, Wang RY, Chen YC, et al(2007). Dual-task exercise improves walking ability in subjects with chronic stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 88(10), 1236-1240.