

뒤로 걷기 운동에 따른 뇌졸중 편마비 환자의 균형능력 및 보행능력의 변화

신규현 · 강순희[†]

여주라파엘의 집, ¹한국교통대학교 물리치료학과

Changes in Balance and Gait Following Backward Walking Exercise in Hemiplegic Stroke Patients

Kyu-Hyun Shin, PT, MS · Soon-Hee Kang, PT, PhD[†]

Yeoju Raphael's House

¹Dept. of Physical Therapy, Korea National University of Transportation

Received: January 26, 2017 / Revised: February 1, 2017 / Accepted: February 20, 2017

© 2017 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The purpose of this study was to identify whether backward walking exercise was more effective than conventional physical therapy for balance and gait in hemiplegic stroke patients.

METHODS: Eighteen patients with chronic stroke were randomly assigned to the experimental (n=9) or control (n=9) group. The experimental and control group performed backward walking exercise and conventional physical therapy, respectively, for 8 weeks. Stability Index (SI) and Weight Distribution Index (WDI) during standing were assessed using the Tetrax Balance System. The Timed Up and Go (TUG) test and Korean version of the Berg Balance Scale

(K-BBS) were used to evaluate balance and fall risk. Walking speed, stride length, and step length on the affected side were measured using the 10-Meter Walk and ink foot printing tests. Wilcoxon signed-rank and Mann-Whitney U tests were used for within- and between- group comparisons, respectively.

RESULTS: The experimental group showed significantly higher changes in SI ($p < .01$), WDI ($p < .01$), TUG ($p < .001$), and BBS score ($p < .001$) following intervention compared with the control group. The experimental group also showed significantly greater improvements in walking speed ($p < .01$), stride length ($p < .001$), and step length on the affected side ($p < .001$) after intervention compared with the control group.

CONCLUSION: Backward walking exercise is an effective intervention to improve balance and gait in hemiplegic stroke patients.

Key Words: Backward walking exercise, Balance, Gait, Stroke

* 본 논문은 신규현(2013)의 석사 학위 논문의 요약본임.

†Corresponding Author : shkang@ut.ac.kr

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

뇌졸중은 뇌로 가는 혈류가 차단됨으로써 일어나는 신경 기능의 갑작스런 손상이다(O'Sullivan, 2014). 뇌졸중 환자는 급성 발병 후 한 달 이내에 4명 중 1명이 사망하고(Bahle, 1998), 9% 정도는 완전히 회복하며 73%는 회복이 되더라도 뇌병변의 부위에 따라 운동장애, 감각 장애, 언어 장애, 그리고 인지 장애 등의 신체적, 정신적 문제를 초래한다(Mahabir 등, 1998). 또한 비대칭적인 자세, 비정상적인 신체 균형, 체중 이동 능력 감소, 섬세한 기능을 수행하는 특정 운동요소의 상실 등으로 기립과 보행에 장애를 받으며(Carr와 Shepherd, 1998), 이러한 문제는 환자 자신에게 가장 중요시 되는 활동 능력인 일상생활 동작에 제한을 받게 되는데(Song 등, 2010) 특히 독립적 생활에 기본이 되는 균형능력과 보행능력에 큰 영향을 미치게 된다(Kim 등, 1996).

균형능력의 소실은 환자들의 삶의 질을 저하시키고 낙상가능성에 대해 가장 중요한 위험요인으로 작용하여(Lars과 Yngve, 1995) 뇌졸중 환자가 뇌 손상이 없는 환자보다 더 많이 넘어지게 되는 원인이 된다. 그래서 뇌졸중 편마비 환자들의 균형조절 회복은 일상생활에 있어 기능적인 독립을 이루는데 꼭 필요한 요소라 할 수 있다(Davies, 1985).

뇌졸중 편마비 환자에게 또 다른 중요한 장애는 보행능력의 저하이다. 보행은 인간의 기본적인 활동 중 가장 보편적이고 쉬운 운동으로 무의식적인 학습이 이루어진다(Kim 등, 1994). 걷는 동안에 돌아서거나, 뒤로 걸을 때 많은 넘어짐이 일어나는데, 그 이유 중 하나는 걸음이 부족하면 움직임에 부정적인 영향을 미칠 수 있기 때문인 것으로 나타났다(Fritz 등, 2013).

최근 연구에서 뇌졸중 환자의 보행능력을 개선하기 위해 뒤로 걷기(Bobath, 1970; Nadeau 등, 2003; Thomas와 Fast, 2000; Threlkeld 등, 1989; Yang 등, 2005), 경사로 보행 훈련과 계단 보행훈련(Seo와 Kim, 2013), 청각적 피드백 보행훈련(Kim 등, 2015), 순환운동(Song 등, 2010) 및 동작 관찰 신체훈련을 병행한 기능적 전기자극치료(Kang과 Kim, 2016)의 긍정적인 효과가 보고되었다.

Nadeau 등(2003)은 뒤로 걷기는 앞으로 걷기보다 보행시간과 공간에서의 특징이 보행빈도를 증가시키고 지구력을 연장시킬 수 있다고 하면서 뒤로 걷기와 앞으로 걷기 간에 다른 운동생리 특징을 보고하였다. 뒤로 걷기는 앞으로 걷기보다 동작을 위해 더욱 많은 근육 활동 비율이 발생하는 것으로 보고되고 있으며(Gray, 1990), 이런 점은 선행연구(Amstrong 등, 1990)에서 에너지 소비의 크기는 앞으로 걷기보다 뒤로 걷기에서 더욱 크다는 보고에 의해 입증되고 있다. 나아가서 뒤로 걷기는 뇌졸중 편마비 환자의 운동조절 능력을 증가시키고(Bobath, 1970), 하지의 근력과 균형능력을 증가시키며(Threlkeld 등, 1989), 보행능력과 균형능력을 증가시키는 것으로 보고되고 있다(Thomas와 Fast, 2000). 또한 쥐의 실험 연구에서도 뒤로 걷기 동안 넵다리네갈래근의 활성 최대치가 증가되어 보행주기 디딤기에서 안정성이 더 높았으며(Herbin 등, 2007), 움직임의 시공간 측면에서 뒤로 걷기를 통해 보행의 시공간적 요소가 향상되는 결과를 보였다(Hooper 등, 2004). 뒤로 걷기를 배우는 것은 앞으로 걷기를 위해서 요구되는 움직임 구성들을 향상시키기 위해서 추천되고 있으며(Davies, 1990), 무릎관절 굽힘과 함께 엉덩관절 펴를 결합하고, 특히 하지에서 공동작용(synergy)의 영향이 있는 편측마비 환자를 위해서 유용하다고 알려져 있다(Schmitz, 2001). 뒤로 걷기 운동은 하지 관절에 스트레스를 최소화시키면서 하지 근력을 증가시킬 수 있기 때문에 현재 스포츠의학, 정형외과, 재활의학 분야에서 하나의 운동 방법으로 이용되어지고 있다(Cho 등, 2007). 또한, 뇌졸중 환자를 대상으로 뒤로 걷기를 적용한 Yang 등(2005)은 뒤로 걷기 운동을 바닥에서 실시한 결과 비대칭적인 보행패턴, 보행속도 및 한 걸음길이가 향상되었다고 보고하였다. 그러나 현재 뇌졸중 편마비 환자의 보행능력뿐만 아니라 균형능력에 대한 뒤로 걷기 운동과 일반적인 물리치료의 효과를 비교하는 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 뇌졸중 편마비 환자들을 대상으로 이들의 균형능력과 보행능력에 대한 뒤로 걷기 운동과 일반적인 운동치료의 효과를 비교함으로써 뒤로 걷기 운동이 뇌졸중 편마비 환자들의 신체기능을

향상시키기 위한 중재방법이 될 수 있는지를 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 대상

본 연구에서는 원주시에 소재하는 B 재활병원에 입원 중인 뇌졸중 편마비환자 18명을 대상으로 실험군에 9명, 대조군에 9명으로 무작위 배치하였다. 연구 대상자의 선정기준은 1) 뇌졸중으로 인하여 편마비로 진단 받고 6개월이 경과된 자, 2) 한국판 간이 정신상태 검사(Mini-Mental Status Examination-Korean version: MMSE-K) 점수가 24점 이상인 자, 3) 뇌졸중 편마비 외에는 기립과 보행에 영향을 줄 수 있는 기타 신경계 질환, 골절 및 구축 등의 근골격계 질환이 없는 자, 4) 보조 장비 없이 독립적으로 앉고 서기가 가능한 자, 5) 보행시 보조 장비의 사용 여부에 관계없이 독립적인 보행을 10m 이상 할 수 있는 자, 6) 연구 참여 동의서에 서면동의를 한 자로 하였다. 본 연구기간 중에 포기의사를 밝힌 자, 의학적 불안정이 야기된 자, 참여율이 80% 미만인 자의 경우는 연구에서 제외하였다.

2. 중재 방법

모든 대상자는 기능적 전기자극치료(Functional electrical stimulation) 15분, 전동하지운동기(Motomed VIVA II, RECK Company, Germany) 20분간 물리치료를 받았으며, 실험군은 뒤로 걷기운동을 수행한 반면에 대조군은 일반일반적 물리치료적 운동치료를 30분간 물리치료사에 의해 적용되었다. 총 65분간 주당 3회, 8주간을 진행하였다.

1) 뒤로 걷기 운동프로그램

뒤로 걷기 운동프로그램은 체중이동 운동, 평행봉에서 뒤로 걷기 운동, 치료사 도움 받아 뒤로 걷기 운동, 물리치료사의 도움 없이 뒤로 걷기 운동으로 구성되었다. 실험군은 뒤로 걷기 운동을 세트 당 7분, 회기 당 3 세트, 세트 사이 3분간 휴식시간, 회기 당 30분을 8주

간 수행하였다. 운동간 3분의 휴식시간에는 보행시 가장 중요한 역할을 하는 발바닥굽힘근과 발등굽힘근, 무릎뻘근 및 엉덩관절뻘근에 대한 스트레칭을 치료사가 수동적으로 실시하였다. 뒤로 걷기 운동프로그램의 구체적인 방법은 다음과 같다. 체중이동 운동은 물리치료사의 감독 및 지시 하에 대상자들은 Tetrax Balance system의 힘판 위에서 모니터에 나타나는 표적을 전후 및 좌·우 방향의 체중이동을 통하여 맞추게 하는 방법으로 체중이동 훈련을 수행하였다. 평행봉에서 뒤로 걷기 운동은 대상자가 앞의 전신거울을 보며 평행봉에서 난간을 잡은 채로 뒤로 걸기를 하였고 치료사의 구두지시를 허용하여 조절하도록 하였으며, 만약 대상자에게서 보상작용이 나타나면 치료사가 대상자의 운동을 수정하였다. 치료사 도움을 받아 뒤로 걷기 운동은 평평한 바닥의 물리치료실에서 대상자는 앞의 전신 거울을 보며 치료사의 구두지시와 맨손접촉에 따라 뒤로 걸기를 수행하며, 치료사의 보조는 점진적으로 줄여나갔다.

2) 일반적 물리치료

대조군은 일반적 물리치료를 30분간 물리치료사에 의해 적용하고 추가적으로 FES 15분, 전동하지운동기 20분을 적용하여 회기당 총 65분간 주당 3회, 8주 동안 실시하였다. 일반적 물리치료는 신경생리학적 원리와 정상동작 개념의 원리를 기초로 중추신경계의 장애로 인한 자세긴장도, 동작, 기능의 장애를 해결하기 위하여 관절가동범위운동, 자세취하기, 국소적 촉진기법, 체중부하 훈련, 정상 운동패턴 촉진과 비정상 운동패턴 억제, 및 일반적 보행훈련 등을 포함한 신경발달치료(neurodevelopmental treatment)를 시행하였다.

3. 측정 도구

1) 균형 능력의 평가

(1) Tetrax Balance system

정적인 균형능력을 평가하기 위하여 Tetrax Balance system (Tetrax, Sunlight Medical Ltd., Israel)를 사용하였다. Tetrax는 컴퓨터와 연결되어 있으며, 피드백용 화면

응시 장치는 발판과 연결이 되어 대상자의 측면 체중 이동 정도와 전후 체중이동 정도, 시간대별 균형 중심의 흔적(center of balance trace) 및 체중심이 1초에 32개씩 32초 동안 4개의 힘판(force platform)에서 발판의 센서 압력 데이터를 수집하여 결과를 컴퓨터 스크린상에 수치 및 그래프로 나타나게 고안된 장치이다. Tetrax Balance system의 타당성은 단일-사례 실험설계를 이용한 임상 연구 프로젝트에서 평가되어져 왔고(Runge 등, 2000), 체중분배의 정도와 자세동요의 객관적인 측정치도 제공한다. 본 연구에서는 정적인 균형능력을 알아보기 위해 눈 뜬 상태로 선 자세와 눈 감은 상태로 선 자세에서 검사를 시행한다. 창밖의 5m 전방을 보게 하여 32초 동안 기립을 유지시켰다. 보조 장구는 제공하지 않았으며, 보조기를 착용하는 환자의 경우에도 모두 보조기를 제거하도록 하여 실시하였으며, 안전사고의 예방을 위하여 검사자가 환자의 한보 뒤에 위치하였다. 검사 중 무게중심 정렬이 안정성의 한계를 초과하여 넘어지지 않으려고 발을 내딛거나 비틀거리거나, 균형을 잡기 위해 난간을 잡을 경우에는 실험을 중지하였다.

안정성 지수(Stability Index, SI)는 4개의 힘 측정판에서 자세의 동요 정도를 측정하여 전반적인 안정성을 나타내는 지수로, 대상자가 자세의 변화를 조절하고 보상할 수 있는 능력을 평가한다. 안정성지수가 높을수록 더 불안정함을 의미한다(Kohen-Raz, 1991; Kohen-Raz 등, 1994). 체중 분포 지수(Weight Distribution Index, WDI)는 4개의 힘 측정판에서 주어지는 체중의 분포 정도를 나타내는 것으로 한 개의 힘 판에 체중의 1/4이 실리면 체중 분포율이 가장 좋은 것이다. 체중 분포 지수가 클수록 체중 분포율이 좋지 않다고 판단하고, 너무 낮을 경우 과도한 경직을 의미한다(Kohen-Raz 1991; Kohen-Raz 등, 1994).

(2) Timed Up and Go test (TUG)

TUG 검사는 기본적인 운동성과 균형을 빠르게 측정할 수 있는 동적인 균형능력 검사 방법으로 팔걸이가 있는 의자를 놓고 의자에서 3m 떨어진 곳에 반환 표시물을 설치한다. TUG의 측정은 다음의 절차로 한다.

대상자는 의자에서 양발을 바닥에 놓고 앉은 상태에서 “일어나서 반환점을 돌아 의자에 앉으세요”라는 검사자의 지시에 따라 의자에서 일어나서 걸어서 반환 표시물을 돌아온 다음에 다시 의자에 앉는데 까지 걸리는 총 시간을 측정했다. 이 검사는 검사자간의 신뢰도가 .99이고 균형 및 보행과 기능적인 동작들을 평가하는데 타당도가 높은 것으로 나타났다(Podsiadlo와 Richardson, 1991). 측정은 각 3회 반복 실시하여 평균값을 구하였다.

(3) 한국판 버그 균형 척도(Korean version of Berg Balance Scale, K-BBS)

균형능력을 평가하기 위해 한국판 버그 균형 척도(K-BBS)(Berg 등, 1989)를 사용하였다. K-BBS는 14개 항목으로 앉기, 서기, 자세 변화 3개 영역을 최소 0점에서 최고 4점을 적용하여, 총 56점이 만점으로 되어있다. 14개의 항목으로는 앉아서 일어서기, 지지 없이 서있기, 지지 없이 앉아 있기, 일어난 자세에서 앉기, 의자에서 의자로 이동하기, 눈감고 서있기, 발 모아 서있기, 앞으로 손 뻗기, 물건 집어 들기, 뒤 돌아 보기, 360도 돌기, 한 발 교대로 발판에 올려놓기, 한 발을 앞에 붙여 놓고 서기, 한 발로 서기로 구성되어있다. 점수가 높을수록 균형 정도가 좋은 것으로 평가하고 K-BBS는 뇌졸중 환자를 대상으로 높은 검사자간 신뢰도($r=0.98$)와 재검사 신뢰도($r^2=0.99$)를 가진다(Beninato 등, 2009).

3) 보행 능력의 평가

(1) 10m 보행검사(10 Meter Walk Test)

보행속도를 평가하기 위하여 10m 보행검사를 실시하였다. 10m 보행검사는 총 13m의 구간을 걸어가는 동안 미리 정해 놓은 출발지점과 도착지점에서 각각 1.5m의 구간은 가속과 감속을 위한 거리로 설정하였으며, 이 구간을 제외한 10m 구간을 이동하는데 소요된 시간을 초시계를 이용하여 측정하였다(Visintin 등, 1998). 보행 속도에 대한 평가는 편마비 환자의 보행능력 회복과 수행능력 정도를 볼 수 있는 신뢰도와 타당도가 높은 측정방법이며(Dobkin, 2006), 연속 3회 측정값의 평균을 측정값으로 사용하였다.

(2) 잉크 발 프린팅 검사(Ink foot printing Test)

환측 한 걸음 길이(step length)와 걸음 거리(Stride Length)를 측정하기 위하여 잉크 발 프린팅 검사를 사용하였다. 보행시 환측 한 걸음 길이와 걸음 거리를 측정하기 위해, 편평한 바닥에 가로 80cm 세로 500cm 크기의 하얀 종이 위에서 검사를 하는데 “끝 지점까지 편안한 상태로 걸으세요.”라고 말한다. 처음 100cm와 끝 100cm의 걸음을 제외한 가운데 300cm 걸음의 거리를 측정한 후 평균값을 구하였다.

본 연구에서는 Wearing 등(2000)이 사용한 측정 방법을 응용하여 2cm 정사각형 모양과 정삼각형 모양의 하드보드지에 각각 파란색 수용성 잉크와 빨간색 수용성 잉크를 적신다. 정사각형 모양의 용지는 양쪽 발의 발 뒤꿈치 발바닥 표면에 부착하고, 정삼각형의 용지는 엄지발가락에 부착하는데 파란색 잉크는 왼쪽 발, 빨간색 잉크는 오른쪽 발에 부착한다. 부착한 용지에 적응을 하기 위해 10분 정도 보행 연습을 한 후 검사를 실시하였다. 환측 한 걸음 길이는 건측 발의 뒤꿈치에서 다음 환측발의 뒤꿈치까지의 간격을 측정한다. 걸음 거리는 환측 발 뒤꿈치에서 같은 쪽 발의 다음 발뒤꿈치까지의 간격을 측정한다.

4. 연구절차

본 연구에서는 본 연구를 시작하기 전에 실시한 예비 연구와 선행연구 결과에 대한 Power analysis를 통해 sample size가 14명으로 도출되었으나 연구도중에 탈락될 대상자를 고려하여 대상자 선정기준에 합당한 대상자 18명을 선정하였고, 이들을 실험군 9명, 대조군 7명으로 무작위 배정하였다. 두 집단 모두에게 균형 및

보행관련 측정도구를 사용하여 사전 검사를 실시한 후, 8주간 동안 실험군은 뒤로 걷기 운동을 수행하였고, 대조군에게는 일반적 물리치료를 적용한 다음에, 사후 검사를 동일한 측정도구를 사용하여 동일한 측정자에 의해 의해 평가되었다. 연구도중에 실험군 및 대조군의 연구대상자 18명 중 탈락자는 아무도 없었다.

5. 자료처리

본 연구에서는 PASW Statistics 18.0 프로그램을 사용하였고, 통계적 유의수준은 .05로 설정하였다. 실험군과 대조군의 일반적 특성과 제 변수에 대한 동질성을 검증하기 위하여 χ^2 검정 또는 Mann-Whitney U 검정을 사용하였다. 실험군과 대조군의 각 집단 내 균형능력과 보행능력 변수에서 훈련 전·후에 차이가 있는 지를 알아보기 위하여 Wilcoxon 부호 순위 검정을 사용하였다. 실험군과 대조군의 두 집단 간 균형능력과 보행능력 변수에서 훈련 전·후 변화량에 차이가 있는 지를 알아보기 위하여 Mann-Whitney U 검정을 사용하였다.

III. 연구결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

연구대상자의 일반적 특성은 Table 1과 같다. 실험군과 대조군의 일반적 특성에 대한 사전 동질성 검정을 실시한 결과, 모든 변수에서 통계적으로 유의한 차이가 없었으므로 실험군과 대조군의 일반적 특성에 대한 사전 동질성이 확인되었다($p>.05$).

Table 1. General characteristics of all the subjects

	Experimental group (n=9)	Control group (n=9)	p
Gender (male/ female)	7/2	6/3	.599
Paretic side (right/left)	3/6	5/4	.343
Age (year)	48.3±10.3	48.9±9.3	.859
Onset (month)	28.2±16.3	34.6±19.2	.546
Height (cm)	167.3±6.9	165.4±8.9	.627
MMSE-K	28.3±0.9	28.4±1.0	.649

MMSE-K=Mini-Mental Status Examination-Korean version

2. 균형 능력의 변화

실험군과 대조군의 훈련 전과 후의 보행능력을 비교한 결과는 Table 2와 같다.

안정성 지수는 눈 뜨고 선 자세 조건과 눈 감고 선 자세 조건에서 실험군과 대조군의 두 집단 모두는 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 감소하였다($p<.01$). 실험군

과 대조군 두 집단 간 훈련 전·후의 안정성 지수의 변화량은 눈 뜨고 선 자세 조건($p<.01$)과 눈 감고 선 자세 조건($p<.001$)에서 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 실험군이 대조군보다 눈 뜨고 선 자세 조건과 눈 감고 선 자세 조건의 두 조건에서 훈련 전·후 안정성 지수의 변화량이 더 컸다.

Table 2. Changes in balance following intervention

		Experimental group	Control group	U	p	
		(n=9)	(n=9)			
		Mean±SD	Mean±SD			
SI (scores)	Pre	22.63±3.68	22.18±3.61	35.000	.627	
		Post	19.86±2.58			21.54±3.64
	EO	change	-2.76±1.34	-.64±.42	2.000	.001
		z	-2.668	-2.668		
		p	.008	.008		
	EC	Pre	32.51±3.96	32.96±3.92	39.000	.895
		Post	30.91±3.62	32.50±3.84		
		change	-1.60±.80	-.45±.29	1.000	.000
		z	-2.668	-2.668		
		p	.008	.008		
WDI (scores)	Pre	7.93±1.48	8.11±1.99	40.000	.965	
		Post	5.16±1.54			7.39±1.93
	EO	change	-2.76±.90	-.71±.35	2.000	.001
		z	-2.668	-2.668		
		p	.008	.008		
	EC	Pre	9.33±1.58	9.33±1.58	30.000	.354
		Post	7.27±1.64	7.27±1.64		
		change	-2.06±.77	-2.06±.77	1.000	.000
		z	-2.666	-2.670		
		p	.008	.008		
TUG (sec)	Pre	25.17±3.63	25.25±4.84	38.000	.825	
	Post	22.12±3.10	24.52±4.79			
	change	-3.05±.99	-.72±.55	.000	.000	
	z	-2.666	-2.668			
		p	.008	.008		
K-BBS (scores)	Pre	38.78±1.39	38.33±1.50	33.500	.526	
	Post	43.89±1.96	39.11±1.61			
	change	5.11±1.69	.78±.66	.000	.000	
	z	-2.716	-2.333			
		p	.007	.020		

SI=Stability Index, WDI=Weight Distribution Index, EO=eyes open, EC=eyes closed, TUG=Timed Up and Go test, K-BBS=Korean version of Berg Balance Scale

체중분포 지수는 실험군인 경우, 눈 뜨고 선 자세 조건과 눈 감고 선 자세 조건에서 실험군과 대조군의 두 집단 모두는 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 감소하였다($p<.01$). 실험군과 대조군 간 훈련 전·후의 체중분포 지수의 변화량은 눈 뜨고 선 자세 조건($p<.01$)과 눈 감고 선 자세 조건($p<.001$) 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다. 즉, 실험군이 대조군보다 눈 뜨고 선 자세 조건과 눈 감고 선 자세 조건의 두 조건에서 훈련 전·후 체중분포 지수의 변화량이 더 컸다.

TUG 점수에 있어서 실험군과 대조군의 두 집단 모두는 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 감소하였다($p<.01$). 실험군과 대조군 간 훈련 전·후의 TUG 점수의 변화량은 두 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<.001$). 즉, 실험군이 대조군보다 훈련 전·후 TUG 점수에서 변화량이 더 컸다.

K-BBS 점수에 있어서 실험군($p<.01$)과 대조군($p<.05$)의 두 집단 모두는 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 증가하였다. 실험군과 대조군 간 훈련 전·후의 K-BBS 점수의 변화량은 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로

로 나타났다($p<.001$). 즉, 실험군이 대조군보다 훈련 전·후 K-BBS 점수에서 변화량이 더 컸다.

3. 보행 능력의 변화

실험군과 대조군의 훈련 전과 후의 보행능력을 비교한 결과는 Table 3과 같다. 보행속도에 있어서 실험군($p<.01$)과 대조군($p<.05$)의 두 집단 모두는 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 증가하였다. 실험군과 대조군 간 훈련 전·후의 보행속도의 변화량은 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<.01$). 즉, 실험군이 대조군보다 훈련 전·후 보행속도의 변화량이 더 컸다.

환측 한 걸음 길이(step length of the affected side)에 있어서 실험군($p<.01$)과 대조군($p<.05$)의 두 집단 모두는 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 증가하였다. 실험군과 대조군 간 훈련 전·후 환측 한 걸음 길이의 변화량은 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<.001$). 즉, 실험군이 대조군보다 훈련 전·후 환측 한 걸음 길이의 변화량이 더 컸다.

걸음 거리(stride length)에 있어서 실험군($p<.01$)과 대

Table 3. Changes in gait following intervention

		Experimental group (n=9)	Control group (n=9)	U	p
		Mean±SD	Mean±SD		
walking speed (m/sec)	Pre	.52±.07	.51±.11	39.500	.930
	Post	.62±.07	.54±.13		
	change	.10±.04	.03±.02	2.000	.001
	z	-2.670	-2.410		
	p	.008	.016		
SLAS (cm)	Pre	25.39±7.23	26.22±7.89	35.500	.659
	Post	28.32±6.74	26.76±7.78		
	change	2.93±.69	.54±.62	1.000	.000
	z	-2.666	-2.524		
	p	.008	.012		
SL (cm)	Pre	51.05±10.06	50.81±12.00	40.000	.965
	Post	56.39±9.89	51.89±11.82		
	change	5.34±.67	1.08±.81	.000	.000
	z	-2.666	-2.521		
	p	.008	.012		

SLAS=step length of the affected side, SL=stride length

조군($p<.05$)의 두 집단 모두는 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 증가하였다. 실험군과 대조군 간 훈련 전·후 걸음 거리의 변화량은 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다($p<.001$). 즉, 실험군이 대조군보다 훈련 전·후 걸음 거리의 변화량이 더 컸다.

IV. 고 찰

뇌졸중 편마비 환자는 기립자세에서 체중부하를 대칭적으로 유지하는 능력이 손상되어 비대칭적인 체중부하를 하게 되므로 기립자세와 균형능력에 문제가 흔히 발생되며, 이러한 비대칭적인 양상은 보행시 환측 하지로 무게중심을 이동하지 못하여 비정상적인 보행 패턴으로 이어진다(Shumway-cook과 Wollacott, 1995). 또한 뇌졸중 편마비 환자들은 대체적으로 보행 속도가 느리고, 입각기가 짧아 편측 보행이 유발되며, 환측에 대한 체중지지가 감소되어 보행 중에 에너지 소모율이 증가 된다(Yoon, 2004). 따라서 뇌졸중 편마비 환자의 기능향상의 궁극적인 목표는 균형능력의 유지와 독립적이고 기능적인 보행이라고 할 수 있다.

본 연구에서는 뒤로 걷기 운동프로그램이 뇌졸중 편마비 환자의 균형능력과 보행속도에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 9명의 실험군은 8주 동안 주당 3회, 회기당 30분간 뒤로 걷기 운동프로그램을 수행하였고 9명의 대조군에게는 일반적 물리치료를 적용하였다. 추가적으로 두 집단의 모든 대상자들에게 FES 15분을 실시하였고 대상자들이 전동 하지 운동기를 사용하여 20분간을 수동적으로 다리 운동을 하였으며, 훈련 전·후의 균형능력의 변화는 다음과 같았다. 균형능력의 변수에서 정적인 균형능력의 측정을 위해 TetraX Balance system을 적용하였다. 먼저, 훈련 전·후에 안정성 지수와 체중분포지수는 눈 뜨고 선 자세 조건과 눈 감고 선 자세 조건 모두에서 유의하게 차이가 있는 것으로 나타났다. 또한, 안정성 지수와 체중분포지수의 집단 간 비교에서도 눈을 뜨고 선 자세와 눈을 감고 선 자세 모두에서 유의한 차이가 나타났다. Kohen-Raz (1991)의 연구에서 안정성 지수 값이 클수록 불안정

하다고 보고하였으므로 훈련 후 낮아진 측정값은 안정성이 증가되었음을 의미하며, 체중분포지수의 값이 클수록 체중 분포율이 좋지 않다고 보고되었으므로 훈련 후 낮아진 측정값은 체중 분포율이 좋아졌다고 할 수 있다.

본 연구는 동적 균형능력 측정을 위해 TUG를 적용하였다. 최근에 TUG 점수에서 통계적으로 의미있는 최소한의 변화를 나타내는 Minimal Detectable Change (MDC)는 2.9초라고 보고되었다(Flansbjerg 등, 2005). 본 연구의 결과에서는 실험군에서 훈련 전보다 훈련 후에 평균 3.05초 감소를 보였기에 통계적으로 의미 있는 결과라고 생각할 수 있으며, 평균 .73초 감소를 보인 일반적 물리치료를 적용한 대조군보다 뒤로 걷기 운동 프로그램을 적용한 실험군에서 균형능력 증진에 더 효과적이라 할 수 있다. 또한, 본 연구에서는 훈련 전·후 TUG 점수의 변화량에 대한 집단 간 비교에서도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 이런 결과와 유사하게 Kim (2009)의 연구에서 트레드밀에서 적용한 뒤로 걷기 훈련군과 바닥에서 적용한 뒤로 걷기 훈련군의 TUG 모두에서 훈련 전·후에 유의한 차이가 있었고($p<.01$), 두 훈련군의 평균차 비교에서는 유의한 차이가 있었다($p<.05$).

본 연구결과에서 K-BBS 점수도 훈련 전 보다 훈련 후에 실험군은 평균 5.11점 증가되었고, 대조군은 평균 .78점 증가되어 실험군이 대조군보다 더 크게 증가되었고, 집단 간 비교에서도 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 최근 뇌졸중 편마비 환자에게 있어서 K-BBS 점수의 MDC는 4.13점으로 보고되었다(Flansbjerg 등, 2012). 따라서 본 연구에서의 실험군의 훈련 전·후 K-BBS 변화량 값이 앞서 보고 된 MDC 4.13점 보다 더 컸기 때문에 뒤로 걷기 운동프로그램이 기존의 운동 치료보다 균형능력 증진에 더 효과적임을 알 수 있다.

본 연구에서는 실험군과 대조군의 훈련 전·후 보행 속도의 변화를 비교한 결과, 평균 .1m/초의 증가를 보인 실험군 대상자들이 평균 .03m/초의 증가를 보인 대조군 대상자들보다 더 큰 증가량을 보여 집단 간 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. Minimally Clinically Important Difference (MCID)는 치료사에게 있어서 임상적으로 중

요한 차이를 말하는 것으로 아급성기 뇌졸중 환자인 경우에 보행속도에서의 MCID는 .06m/s라고 하였고 실질적인 변화는 .14m/s라고 하였다(Perera 등, 2006). 본 연구결과에서 변화량은 실질적인 의미의 변화의 값인 .14m/s에는 미치지 못하지만 MCID인 .06m/s보다는 더 큰 증가량을 보였다. 그러나 대조군의 경우에는 MCID에 도달하지 못했다. 따라서 뒤로 걷기 운동프로그램이 기존의 물리치료보다 보행속도의 증진에 더 효과적임을 알 수 있다. 이런 결과와 유사하게 Yang 등(2005)의 연구에 의하면 뇌졸중 환자에서 실험군은 일반적인 보행훈련을 실시한 대조군에 추가적으로 뒤로 걷기 훈련을 1회 30분씩 주 3회 3주간 실시하였는데, 그 결과, 실험군은 대조군보다 Stride analyzer를 사용하여 측정 한 보행속도가 유의하게 증가 하였다.

본 연구에서는 뇌졸중 편마비 환자의 보행능력 변수 중에서 환측 한 걸음 길이와 걸음 거리의 변화를 검사하기 위해 잉크 발 프린팅 검사를 이용하였다. 환측의 한 걸음 길이와 걸음 거리의 변화 모두에서는 훈련 전보다 훈련 후에 유의하게 증가하였으며, 집단 간 비교에서도 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타났다. 이러한 결과와 유사하게 Yang 등(2005)의 연구에서 추가적으로 뒤로 걷기 훈련을 1회 30분씩 주 3회, 3주간 실시한 결과 환측 한 걸음 길이가 유의하게 증가하였다.

따라서 뒤로 걷기 운동이 일반적인 물리치료보다 뇌졸중 편마비 환자의 균형능력 및 보행능력의 향상에 더 효과적이라고 할 수 있다. 이러한 뒤로 걷기 운동의 긍정적인 효과는 관절의 부하 감소와 근력강화 촉진, 넓다리근은근의 힘의 증가 등 뒤로 걷기의 이점으로 인하여 나타난 것일 것이다(Mackie와 Dean, 1984).

본 연구에서는 적은 수의 대상자를 포함했기 때문에 모든 뇌졸중 편마비 환자들에게 일반화시키기는 어렵고, 독립보행이 가능할 정도로 기능 수준이 양호한 사람들을 대상으로 했다는 제한점이 있다. 향후 더 많은 수의 뇌졸중 편마비 환자들을 대상으로 보다 연령이 높은 대상자들과 기능상태가 보다 중한 중증 편마비 환자들에게도 균형능력과 보행능력에 대한 뒤로 걷기 운동이 영향을 미치는 지를 규명하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결론

본 연구에서는 뒤로 걷기 운동이 뇌졸중 편마비 환자의 균형능력과 보행능력에 어떤 영향을 미치는지를 알아보고자 하였다. 연구결과에서 균형능력 및 보행능력에서 뒤로 걷기 운동군(실험군)과 일반적 물리치료군(대조군) 두 집단 모두 훈련 전 보다 훈련 후에 유의하게 향상되었고, 뒤로 걷기 운동군이 훈련 전보다 훈련 후에 일반적 물리치료군 보다 더 크게 향상되었다. 따라서 뒤로 걷기 운동은 뇌졸중 편마비 환자의 균형능력과 보행능력을 향상시키기 위한 효과적인 중재방법이 될 수 있음을 제안한다.

References

- Amstrong CW, Commanger, JM, Wooley SA. Comparative analysis of forward and backward walking. The sixth annual east coast gait conference. Michigan State University. East Lansing MI. 1990.
- Bahle J. Stroke prevention screening program. J Vasc Nurs. 1998;16(2):35-7.
- Beninato M, Portney LG, Sullivan PE. 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. 2009;89(8):816-25.
- Berg K, Wood-Dauphinee S, David G. Measuring balance in the elderly: preliminary development of an instrument. Physiother Can. 1989;41:304-11.
- Bobath B. Adult hemiplegia: Evaluation and treatment. London. Heinemann. 1970.
- Carr JH, Shepherd RB. Neurological rehabilitation optimizing motor performance. Oxford. Butterworth-Heinemann. 1998.
- Cho KK, Kim YS, Cho SH. The comparative analysis of EMG depending on variations of speed in forward walking and backward walking. Korean J Sport Biomech.

- 2007;17(3):1-10.
- Davies PM. Steps to Follow; A Guide to the Treatment of Adult Hemiplegia. Berlin. Springer-Verlag. 1985.
- Davies PM. Right in the Middle: Selective trunk activity in the treatment of adult hemiplegia. Heidelberg. Springer-Verlag. 1990.
- Dobkin BH. Short-distance walking speed and timed walking distance: Redundant measures for clinical trials? *Neurol.* 2006;66(4):584-6.
- Flansbjerg UB, Blom J, Brogardh C. The reproducibility of Berg Balance Scale and the Single-leg Stance in chronic stroke and the relationship between the two tests. *PM R.* 2012;4(3):165-70.
- Flansbjerg UB, Holmback AM, Downham D, et al. Reliability of gait performance tests in men and women with hemiparesis after stroke. *J Rehabil Med.* 2005;37(2):75-82.
- Fritz NE, Worstell AM, Kloos AD, et al. Backward walking measures are sensitive to age-related changes in mobility and balance. *Gait Posture.* 2013;37(4):593-7.
- Gray GW. Successful strategies for closed chain testing and rehabilitation. In: Chain reaction. Adrian. MI: Wynn Marketing. 1990.
- Herbin M, Hackert R, Gasc JP, et al. Gait parameters of treadmill versus over ground locomotion in mouse. *Behav Brain Res.* 2007;181(2):173-9.
- Hooper TL, Dunn DM, Props JE. The effects of graded forward and backward walking on heart rate and oxygen consumption. *JOSPT.* 2004;34(2):65-71.
- Kang KY, Kim TY. Effects of a combined functional electrical stimulation with action observation training for balance and gait performance in stroke patients. *J Korean soc phys med.* 2016;11(2):93-102.
- Kim JD, Cha YJ, Youn HJ. Effects of emphasized Initial contact auditory feedback gait training on balance and gait in stroke patients. *J Korean soc phys med.* 2015;10(4):49-57.
- Kim BO, Hong JH, Yun SH. Energy cost during walking and usefulness of physiological cost index in Hemiplegic Patients. *Ann Rehabil Med.* 1996;20(1):39-44.
- Kim SJ. The effect of backward walking which influences forward walking in patients with stroke. Master's degree. Daegu University. 2009.
- Kim MJ, Lee SA, Kim SK, et al. Gait speed in patients with stroke. *KARM.* 1994;18:736-74.
- Kohen-Raz R. Application of tetra-ataxiometric posturography in clinical and developmental diagnosis. *Percept Mot Skills.* 1991;73(2):635-56.
- Kohen-Raz R, Kohen-Raz A, Erel J, et al. Postural control in pilots and candidates for flight training. *Aviat Space Environ Med.* 1994;65(4):323-6.
- Lars N, Yngve G. Patient falls in stroke rehabilitation: A challenge to rehabilitation strategies. *Stroke.* 1995;26(5):838-42.
- Mackie JW, Dean TE. Running backward training effects on upper leg musculature and ligamentous instability of injures knee(Abstract). *Med. Sci. Sports Exerc.* 1984;16:S151.
- Mahabir D, Bidman L, Gulliford MC. Stroke in Trinidad and Tobago: burden of illness and risk factors. *Rev Panam Salud Publica.* 1998;4(4):233-7.
- Nadeau S, Amblard B, Mesure S, et al. Head and trunk stabilization strategies during forward and backward walking in healthy adults. *Gait Posture.* 2003;18(3):134-42.
- O'Sullivan SB. Stroke. In: O'Sullivan SB, Schmitz TJ, Physical rehabilitation (6th ed). Philadelphia. F.A. Davis Company. 2014.
- Perera S, Samir HM, Pharm D, et al. Meaningful change and responsiveness in common physical performance measures in older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2006;54(5):743-9.
- Podsiadlo D, Richardson S. The time Up & Go: a test of basic function mobility for trail elderly persons. *J Am Geriatr Soc.* 1991;39(2):142-8.

- Runge M, Rehfeld G, Resnick E. Balance training and exercise in geriatric patients. *J Musculoskelet Neuronal Interact.* 2000;1:54-8.
- Schmitz TJ. Preambulation and gait training In: O'sullivan SB., Schmitz TJ. *Physical rehabilitation: assessment and treatment (4th ed).* Philadelphia. F.A. Davis Company. 2001.
- Seo KC, Kim HA. The effects of gait ability in the stroke patients after stair gait exercise and lamp gait exercise. *J Korean soc phys med.* 2013;8(3):397-406.
- Shumway-cook A, Wollacott MH. *Motor control theory and practical application.* Philadelphia. Lippincott Williams & Wilkins. 1995.
- Song WS, Park MC, Shim JM. The effect of the circuit exercise and conventional exercise on walking ability in chronic stroke. *J Korean soc phys med.* 2010;5(2):193-201.
- Thomas MA, Fast A. One step forward and two step back: The dangers of walking backwards in therapy. *Am J Phys Med Rehabil.* 2000;79(5):459-61.
- Threlkeld AJ, Hom TS, Wojtowicz G, et al. Kinematics, ground reaction force, and muscle balance produced by backward running. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1989; 11(2):56-63.
- Visintin M, Barbeau H, Korner-Bitensky N, et al. A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation. *Stroke.* 1998;29(6):1122-8.
- Wearing SC, Urry SR, Smeathers JE. The effect of visual targeting on ground reaction force and temporospatial parameters of gait. *Clin Biomech.* 2000;15(8):583-91.
- Yang YR, Yen JG, Wang RY, et al. Gait outcomes after additional backward walking training in patients with stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2005; 19(3):264-73.
- Yoon SI. The effect of energy consumption during walking with arm sling in adult hemiplegia patients. Master's degree. Hanyang University. 2004.