

## 만성 뇌졸중 환자의 일어서기 훈련 시 시각적 피드백과 청각적 피드백이 균형과 수행력에 미치는 효과 비교

이동현 · 최성진<sup>1</sup> · 최호석<sup>1</sup> · 신원섭<sup>2†</sup>

대전대학교 물리치료학과 보건의료대학원, <sup>1</sup>대전대학교 물리치료학과 일반대학원, <sup>2</sup>대전대학교 물리치료학과

### Comparison of Visual and Auditory Biofeedback during Sit-to-stand Training for Performance and Balance in Chronic Stroke Patients

Dong-Hyun Lee, PT, BSc · Sung-Jin Choi, PT, MSc<sup>1</sup> · Ho-Suk Choi, PT, MSc<sup>1</sup> · Won-Seob Shin, PT, PhD<sup>2†</sup>

Department of Physical Therapy, Graduate School of Health and Medical, Daejeon University

<sup>1</sup>Department of Physical Therapy, Graduate School of Daejeon University

<sup>2</sup>Department of Physical Therapy, Collage of Health and Medical Science, Daejeon University

Received: September 2, 2015 / Revised: September 8, 2015 / Accepted: September 23, 2015

© 2015 J Korean Soc Phys Med

#### | Abstract |

**PURPOSE:** The purpose of this study was to determine the comparison of visual and auditory biofeedback during sit-to-stand training in patients with stroke.

**METHODS:** Thirty-five subjects with chronic stroke were divided into three groups: a visual feedback group (12 subjects), an auditory feedback group (12 subjects) and a control group (11 subjects). All Groups received neurodevelopmental treatment, and sit-to-stand training for 30minutes three times a week for four weeks. During the sit to stand training, the experimental groups received visual feedback and auditory feedback, whereas the control group performed sit-to-stand training without feedback. Five times

sit-to-stand test (FTSST), motion analysis and postural sway during sit-to-stand were used to evaluate sit to stand performance ability. In addition, Berg balance scale (BBS) was performed for evaluation of balance function in participants.

**RESULTS:** All groups showed significant increase on FTSST and BBS between pre- and post- intervention. The BBS scores in visual feedback group was significant increase than control group. The motion analysis and postural sway, more improvement was observed in the visual and auditory feedback groups compared with the control group. The only visual feedback group was a better performance of midline excursion during sit-to-stand than control group.

**CONCLUSION:** These findings suggest that sit-to-stand training using a biofeedback may help to improve sit to stand performance and balance ability of stroke patients.

**Key Words:** Balance, Biofeedback training, Sit-to-stand, Stroke

†Corresponding Author : shinws@dju.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 뇌혈관의 경색과 출혈의 문제로 심각한 신경학적 문제가 발생하여 운동 및 감각 기능의 저하를 일으킨다(Lee와 Shin, 2014; Camargos 등, 2009). 체중을 이동하는 능력의 상실로 인해 신체균형능력이 소실되어 비대칭적인 자세의 문제점이 발생되며 이로 인해 수의적인 운동수행 능력의 장애와 기능적인 활동을 감소시키는 문제를 가지게 된다(Yoon 등, 2015; Mercer 등, 2009). 이러한 문제들로 인해 환자들은 불안정한 서기와 균형에 장애를 가지게 된다(Bohannon과 Smith, 1987). 또한 균형능력, 근력, 유연성이 떨어져서 일어서기 또는 앉기와 같은 일상생활활동 중에 낙상 등의 사고가 빈번하게 발생한다(Nyberg와 Gustafson, 1995). 일어서기 동작은 독립적인 일상생활에 필수적인 기능적 동작으로, 하지 근육과 분절의 움직임으로 신체를 전방으로 추진하는 동안 몸의 균형을 유지하는 능력을 필요로 한다(Hughes와 Schenkman, 1996; Fujimoto와 Chou, 2012; Carr와 Shepherd, 2010).

지금까지 뇌졸중 환자의 균형 회복을 위한 치료적 중재방법으로 근력훈련, 과제지향훈련 등을 이용한 운동학습 방법 등이 시행되었다(Jun 등, 2014). 손상된 신체의 움직임을 자극하고, 반복적인 능동적 움직임을 훈련하는 방법은 신경가역성의 효과를 발생시킨다(Shepherd, 2001). 선행연구에서 만성 뇌졸중 환자의 일어서기 시 발목, 무릎, 엉덩관절에서 비마비측에 비해 마비측의 관절 토크가 현저히 낮아 마비측의 근력훈련이 일어서기 동작 수행능력을 향상시킬 수 있었다(Lomaglio와 Eng, 2005). 뇌졸중 환자에게 일어서기의 과제지향훈련을 시행한 결과 중재 후 과제 수행시간이 단축되었고 근력과 동적 균형 능력이 향상되었다(Tung 등, 2010). 뇌졸중 환자는 일어서기 시 비마비측 발로 더 많은 체중지지와 비대칭적인 체중부하 전략을 사용한다(Brière 등, 2013). 정상 성인이 앉은 자세에서 일어서기를 하는 동안 양쪽 하지에 체중지지를 비슷하게 하는 반면, 79~87%의 뇌졸중 편마비 환자는 일어서기 수행 시 몸무게의 25~43% 이하의 체중만을 마비측 하지에 실는다(Dickstein 등, 1984). 또한 내·외측 압력

중심의 이동거리와 일어서기를 수행하는 시간이 정상 성인에 비해 더 오래 걸린다(Chou 등, 2003). 대부분의 선행연구에서는 일어서기 동작의 수행능력시간이나 체중지지 등의 양적인 결과로만 평가하여 올바른 운동 전략과 방법으로 시행되었는지 알 수 없었다.

최근에는 편마비 환자의 대칭적인 체중지지와 균형 능력 향상을 위하여 바이오피드백을 이용한 훈련이 제시되고 있다. 바이오 피드백훈련은 피드백 도구를 이용하여 환자에게 직접적으로 움직임에 대한 정보를 제공하는 방법으로 피드백을 사용하지 않은 중재보다 비대칭적인 자세를 감소시키는 효과가 있었다(Ki, 2014). 시각적 피드백훈련은 비대칭적인 자세를 가진 편마비 환자에게 선 자세를 대칭적으로 만들어 주는데 효과적인 방법으로 알려져 있으며, 일반적인 물리치료 방법인 치료사의 구두지시, 촉각을 이용한 자세훈련보다 대칭적인 서기 동작에 효과적이었다(Sackley와 Lincoln, 1997). 청각적 피드백은 대상자의 과제 수행력 증가를 위하여 사용되어왔으며, 본인이 스스로 서있는 상태에서 자세안정성을 향상시킬 수 있어서 노인의 낙상을 감소시키는데 유용하게 사용할 수 있었다(Mirelman 등, 2011). 선행연구들에서 뇌졸중 환자에게 청각적 피드백을 이용한 훈련을 통하여 마비측에 체중지지가 향상될 수 있고(Jun 등, 2014), 청각적 피드백을 사용한 일어서기와 앉기 훈련을 통해 대칭적인 체중지지 분포의 향상을 보고하였다(Engardt 등, 1993). 이와 같은 바이오 피드백 훈련은 치료사의 감독하에 환자 스스로가 연습하고 의도한 동작을 성취한 것에 대한 만족감을 줄 수 있어 독립적인 수행력 향상에 도움을 준다(Carr와 Shepherd, 2010).

바이오피드백을 이용한 훈련이 신경계 환자에게 효과적이고, 실제 임상에서 다양한 방법으로 시행되고 있으나 바이오 피드백훈련장비들은 거울을 이용하여 대략적인 움직임 정보를 피드백으로 받거나, 힘판을 이용하여 고비용과 장치가 있는 제한된 공간에서만 활용이 가능하다는 제한점을 가지고 있다. 또한 일어서기 동작의 수행력 평가에서 양적 평가가 강조되고 움직임의 질적인 수준의 평가가 부족하였다. 따라서 본 연구의 목적은 뇌졸중 환자의 일어서기 과제 동안 저비용의

정확한 피드백을 제공하여 임상적으로 쉽게 사용할 수 있는 시각적 피드백을 이용한 훈련과 청각적 피드백을 이용한 훈련이 뇌졸중 환자의 일어서기 동작의 수행 능력과 균형에 미치는 효과에 대한 차이를 알아보고자 하였다.

## II. 연구 방법

### 1. 연구대상자

본 연구의 대상자는 대전광역시 소재 B요양병원에 서 뇌졸중으로 편마비 진단을 받은 후 6개월 이상 경과 된 환자를 대상으로 하였다. 대상자의 진단명, 성별, 손상부위, 나이, 체중, 신장, 유병기간은 대상자의 의무 기록을 통해 조사하였다. 연구대상자의 선정 기준은 앉은 자세에서 일어서기 동작을 독립적으로 수행 할 수 있는 자, 치료사의 지시사항을 이해하고 한국판 간 이 정신 상태 검사 결과(Mini Mental State Examination-Korean, MMSE-K)가 24점 이상인 자로 하였다. 시각과 청각 기능에 문제가 있는 자, 현훈(vertigo) 및 전정기능 이상(vestibular dysfunction)이 있는 자, 정형외과적 질환 이나 심호흡계 질환이 있는 자는 제외하였다. 실험 전 모든 대상자는 본 연구의 내용을 충분히 이해하고 연구 동의서를 작성하였고, 대전대학교 연구윤리심의위원회에 심의(IRB 1040647-201412-HR-011-03)를 받고 실시하였다.

### 2. 중재방법

본 연구에 참여한 대상자는 총 35명으로 시각적 피드백 훈련군 12명, 청각적 피드백 훈련군 12명, 대조군 11명으로 각각 무작위 배정되었으며, 중재기간은 4주 동안 주 3회 30분 실시하였다. 모든 대상자는 30분 동안 신경발달치료(neuro-developmental therapy)를 받은 후, 각 실험군은 시각적 피드백, 청각적 피드백 정보를 제공받으며 일어서기 훈련을 시행하고, 대조군은 피드백 없이 일어서기 훈련을 실시하였다. 낙상을 예방하기 위하여 치료사는 지지 가능한 거리에서 대상자가 편안한 자세로 수행할 수 있도록 하였다.

### 1) 시각적 피드백훈련

시각적 피드백훈련군은 일반적인 일어서기 과제 동안, 레이저포인터를 이용하여 시각적 피드백을 제공하였다. 대상자의 복장뼈(sternum)에 레이저포인터를 고정하고 3m 떨어져있는 스크린의 중앙선에 포인터를 위치시켰다. 훈련 시작 이전에 대상자가 일어서기 동안 포인터가 중앙에서 좌, 우측으로 최대한 멀어지는 지점을 표시하고 그 사이를 최대 동요거리로 측정한다. 시각적 피드백 훈련은 일어서기 동작을 수행하며 최대 동요거리의 75% 범위 내로 포인터를 위치시키도록 훈련하였다. 훈련은 대상자의 기능적 수준에 따라 최대 동요거리의 허용 범위를 감소시켜 단계별로 시행하였다. 모든 대상자들은 최대동요거리의 75%, 50%, 25%, 0%의 총 4단계로 나누어 점진적 훈련을 시행하였다. 일어서기 과제 10회를 실시하여 이 중 8회 이상 설정된 허용 범위 안에서 수행하면 다음 단계로 상향 조정하여 실시하였다.

### 2) 청각적 피드백훈련

청각적 피드백훈련군은 일반적인 일어서기 과제 훈련을 실시하는 동안 체중 이동에 관한 정보를 압력 측정기(PedAlertTM120, ORBITEC, USA)를 이용하여 청각적으로 제공하였다. 체중 부하에 대한 압력 감지는 마비측의 신발 밑 앞쪽과 뒤쪽에 2개의 압력 센서를 삽입하여 일어서기 시 마비측으로 체중이 이동하여 미리 설정한 압력 기준치를 초과하게 되면 비프음(beep sound)이 발생되도록 설정하였다. 비프음이 울린 결과에 대한 청각적 정보를 대상자에게 제공하여 체중이동에 관한 결과정보를 제공하였다. 각 대상자의 기능적 수준에 따라 마비측 체중 부하에 대한 압력 레벨은 체중의 20%~50%로 단계별로 시행하였다. 모든 대상자들은 체중의 20%, 30%, 40%, 50%의 총 4단계로 나누어 점진적 훈련을 시행하였다. 일어서기 과제 10회를 실시하여 이 중 8회 이상 비프음이 울리면 다음 단계로 상향 조정하여 실시하였다.

### 3) 일반적인 일어서기 훈련

대상자는 등받이와 팔걸이가 없는 높낮이 조절이

가능한 매트에 걸터앉고 발이 바닥에 닿은 상태에서 무릎관절 100~105도 굴곡, 발목관절 10도 발등 굽힘 되도록 한다. 상지의 보상작용이 일어나지 않게 하기 위하여 비마비측의 손을 사용하여 마비측 손을 교차되어 잡게 하고, 발의 위치는 무릎관절의 후방에 위치시켰다(Cheng 등, 2004). 과제를 수행하는 동안에 어떠한 피드백 없이 일어서기 훈련을 시행하였다.

### 3. 평가방법

본 연구에서는 일어서기 동작 수행능력의 양적, 질적 평가를 위하여 앉고 일어서기 5회 반복검사, 동작 분석, 자세동요평가를 사용하였다. 그리고 균형능력을 평가하기 위하여 버그균형척도를 사용하였다.

#### 1) 일어서기 동작 수행능력 양적평가

##### (1) 앉고 일어서기 5회 반복 검사

대상자는 편평한 바닥에 팔걸이가 없는 의자에 양발을 편안하게 놓고 앉게 한다. 비마비측 팔로 마비측 팔을 교차되게 잡게 한 후 “최대한 빠르게 5회 일어났다 앉는 동작을 하세요.” 라고 지시한다. 의자에 등을 기대거나 팔로 보상작용을 하지 않도록 하고, “시작”이라는 신호를 주고 과제를 수행하는 시간을 초시계를 이용하여 측정하였다. 측정자 내 신뢰도는 ICC=0.97이며, 측정자 간 신뢰도는 ICC=0.99이다(Whitney 등, 2005).

#### 2) 일어서기 동작 수행능력 질적 평가

##### (1) 동작 분석

앉고 일어서기 동안의 동작 분석을 위하여 다트피쉬 소프트웨어(Dartfish, Swiss)를 이용하여 측정하였다. 대상자가 앉은 의자로부터 3m 떨어진 위치에 카메라를 설치하고, 양측 발목의 중앙과 배꼽 부위에 각각 직경 2.5cm의 마커를 부착하였다. 측정 시 대상자의 앉은 자세를 동일하게 하기 위하여 발의 위치를 몸의 중앙에서 좌우로 10cm씩 거리를 두게 하였다. 또한 의자에 골반의 위치를 표시하여 매번 같은 위치에 앉도록 하였다. 앉은 자세에서 두 발목에 부착된 마커의 중앙을 지나가는 가상의 수직선을 설정하고 이것을 중앙선(midline)으로 하였다. 일어서기 동작 동안 배꼽위치의

마커가 이동하는 경로를 추적하여 기록하여 일어서기 동안 마커의 위치가 중앙선에서 가장 멀리 떨어진 거리를 측정하였다. 총 3번 실시하여 평균값을 사용하였다.

#### (2) 자세동요 평가

일어서기 동안 자세동요를 평가하기 위하여 Balancia (Mintosys, Korea)를 이용하였다. 블루투스로 연결된 컴퓨터에서 Wii Balance Board로부터 신체의 압력중심(center of pressure)정보를 수집하여 일어서기 동안 압력중심의 총 동요거리와 평균 속도를 측정하였다. 모든 데이터는 100Hz로 샘플링하여 추출하였다(Choi와 Shin, 2015). 압력판 위에 양발을 편하고 놓고 비마비측 팔로 마비측 팔을 교차되게 잡은 후, 눈을 뜬 상태로 앉은 자세에서 일어서기까지 걸리는 시간을 측정하였고 3번 측정하여 평균값을 이용하였다. Balancia 프로그램은 뇌졸중 환자의 균형 능력을 평가 할 수 있는 측정시간 신뢰도( $r=0.79\sim0.96$ )와 타당도( $r=0.85\sim0.96$ )가 입증된 유용한 평가 도구이다(Park 등, 2013).

#### 3) 균형능력 검사

##### (1) 버그 균형 척도(Berg Balance Scale)

균형에 대한 기능적 수행력을 측정하는 방법으로 과제 수행을 통한 균형 조절능력을 평가하고 점수화시키는 버그 균형 척도(Berg Balance Scale)를 이용하였다. 일상생활에서 자주 이용되는 동작들이 응용된 것으로 자세유지 능력, 자발적 운동 조절능력, 외부요인에 대한 반사 능력으로 구성되어 총 14개의 항목으로 구성되어 있으며, 각 항목별 최저 0점에서 최고 4점으로 되어있고 총점 56점이다. 측정자 간 신뢰도는  $r=0.98$ 이며 측정자 내 신뢰도는  $r=0.97$ 로 매우 높은 신뢰도를 가진 도구이며, 측정된 점수가 높을수록 균형능력이 높은 것을 의미한다(Berg 등, 1995).

#### 4. 분석방법

본 연구의 통계적 분석은 윈도우용 SPSS통계 프로그램 버전 18.0을 사용하였다. 연구대상자의 일반적 특성은 기술통계를 통하여 평균과 표준편차를 나타냈고, 정규성 검정을 위해 Shapiro-Wilk test를 실시하였다. 각

군의 중재 전, 후를 평가하기 위하여 대응표본 t검정을 실시하였다. 세 개 군의 차이 검정을 위해 일요인 반복 측정 분산 분석(one-way ANOVA)을 실시하였으며 사후 분석은 Scheffé's correction을 통해 검정하였다. 모든 통계학적 유의수준( $\alpha$ )은 0.05로 설정하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 연구대상자의 일반적 특성

본 연구에 참여한 대상자는 총 35명으로 시각적 피드백 훈련군 12명, 청각적 피드백 훈련군 12명, 대조군 11명으로 세 군간 성별, 마비측, 나이, 체중, 신장, 유병 기간에는 유의한 차이가 없었으며, 연구대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).

#### 2. 중재 전, 후의 일어서기 동작 수행능력 양적 비교

##### 1) 5회 앉고 일어서기

시각적 피드백, 청각적 피드백, 대조군 모두 중재 전, 후에 5회 앉고 일어서기 검사 결과 유의한 감소를 보였다( $p<0.05$ ). 하지만 군간 차이에 대한 검정 결과에서는 유의한 차이가 없었다(Table 2).

#### 3. 중재 전, 후의 일어서기 동작 수행능력 질적 비교

##### 1) 동작 분석

동작 분석 결과에서 시각적 피드백과 청각적 피드백 훈련군은 중재 후 중앙선에 대한 최대동요거리의 유의한 감소를 보였지만( $p<0.05$ ), 대조군은 유의한 차이가 없었다. 세 군간 비교에서는 변화량에서 유의한 차이를 보였다( $p<0.05$ ). 변화량 비교의 사후분석에서는 시각적 피드백 훈련군이 대조군에 비해 유의하게 중앙선에 대

Table 1. General characteristics of subjects

	Visual feedback training group (n <sub>1</sub> =12)	Auditory feedback training group (n <sub>2</sub> =12)	Control group (n <sub>3</sub> =11)	$\chi^2/F$
Gender				
Male/Female	8 / 4	9 / 3	8 / 3	0.22
Paretic side				
Right/Left	6 / 6	8 / 4	4 / 7	2.13
Age (year)	63.0±6.5	57.7±8.2	62.7±12.2	1.28
Weight (kg)	65.6±9.8	66.0±7.6	62.3±13.6	0.66
Height (cm)	163.0±9.7	166.0±7.8	161.5±10.7	0.51
Duration (month)	65.6±28.4	57.0±38.9	65.3±36.4	0.80

Table 2. Comparison of five time sit to stand test among the groups

(unit: sec)

	Visual feedback training group (n <sub>1</sub> =12)	Auditory feedback training group (n <sub>2</sub> =12)	Control group (n <sub>3</sub> =11)	F
Pre	22.83±7.23	20.50±7.12	19.36±7.54	0.68
Post	16.58±4.70	16.00±5.62	14.73±4.24	0.43
t	5.18*	4.35*	3.25*	
Change	-6.17±4.28	-4.25±3.72	-4.45±4.84	0.72

\*p<0.05

한 최대 동요거리의 감소를 보였다( $p<0.05$ )(Table 3).

2) 자세동요

압력중심의 총 동요거리에서 시각적 피드백과 청각적 피드백훈련군은 중재 전, 후에 유의한 감소를 보였지만( $p<0.05$ ), 대조군에서는 유의한 차이가 없었다. 세 구간 비교에서는 중재 전, 후에 세 구간 차이가 없었고, 변화량에서 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ ). 세 구간 변화량 비교의 사후분석에서는 청각적 피드백 훈련군이 대조군에 비해 유의한 향상이 있었고( $p<0.05$ ), 시각적

피드백 훈련군과 청각적 피드백훈련군은 유의한 차이가 없었다.

압력중심의 평균 속도에서 시각적 피드백과 청각적 피드백훈련군은 중재 전, 후에 유의한 감소를 보였지만( $p<0.05$ ), 대조군에서는 유의한 차이가 없었다. 세 구간 변화량 비교의 사후분석에서는 시각적 피드백 훈련군과 청각적 피드백 훈련군이 대조군에 비해 유의한 향상이 있었고( $p<0.05$ ), 시각적 피드백 훈련군과 청각적 피드백훈련군은 유의한 차이가 없었다(Table 3).

Table 3. Comparison of motion analysis and postural sway among the groups

	Visual feedback training group (n <sub>1</sub> =12)	Auditory feedback training group (n <sub>2</sub> =12)	Control group (n <sub>3</sub> =11)	F
Midline excursion (mm)				
Pre	16.44±7.87	13.90±4.31	12.77±6.52	1.00
Post	9.42±4.78	10.85±4.25	12.85±7.37	1.09
t	2.75*	2.22*	-0.07	
Change	-7.03±8.85 <sup>†</sup>	-3.05±4.77	0.07±3.68	3.74*
Total sway length (cm)				
Pre	34.45±7.81	34.75±9.68	29.08±12.40	1.14
Post	20.50±5.98	19.00±4.00	22.27±4.65	1.25
t	5.97*	6.30*	2.13	
Change	-13.87±8.01	-15.80±8.86 <sup>†</sup>	-6.17±10.25	3.77*
Sway Velocity (cm/s)				
Pre	15.51±3.87	15.58±2.23	14.39±3.41	0.48
Post	12.33±3.37	12.00±3.10	14.73±3.26	2.38
t	3.46*	4.47*	-0.47	
Change	-3.19±3.35 <sup>†</sup>	-3.71±2.84 <sup>†</sup>	0.30±2.27	7.00*

\* $p<0.05$ , <sup>†</sup> significant difference with control group

Table 4. Comparison of Berg balance scale among the groups (unit: score)

	Visual feedback training group (n <sub>1</sub> =12)	Auditory feedback training group (n <sub>2</sub> =12)	Control group (n <sub>3</sub> =11)	F
Pre	36.25±8.90	41.00±9.17	42.45±6.53	1.77
Post	44.50±7.44	46.92±8.23	44.64±3.85	0.47
t	-6.63*	-6.08*	-2.27*	
Change	8.25±4.31 <sup>†</sup>	5.92±3.37	2.18±3.19	7.94*

\* $p<0.05$ , <sup>†</sup> significant difference with control group

#### 4. 중재 전, 후의 균형능력의 비교

시각적 피드백, 청각적 피드백, 대조군 모두 중재 전, 후에 버그균형척도의 평가 결과 유의한 감소를 보였다( $p<0.05$ ). 중재 전, 후 집단 간 차이에 대한 사후검정 결과, 시각적 피드백 훈련군이 대조군에 비해 유의한 차이가 있었다( $p<0.05$ )(Table 4).

### IV. 고 찰

기능적 활동 중 일어서기는 흔히 수행되는 활동으로, 낙상 예방과 독립적인 생활에 필수적이다(Hughes와 Schenkman, 1996). 또한 보행을 위한 선행 동작으로써 치료의 주된 목표 중 하나이며, 기능적 회복 수준을 나타내는 중요한 지표이다(Cho 등, 2013). 뇌졸중 환자의 가장 일반적인 문제점은 균형과 비대칭적인 움직임이고, 최근 연구들에서 균형능력은 자동적이나 반사에 의해 조절 되는 것이 아니라 과제 자체를 반복적으로 수행함으로써 향상된다고 보고하였고, 바이오피드백 훈련이 그 대안으로 제시되고 있다(Cheng 등, 2004; Bonan 등, 2004). 따라서 본 연구는 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 일어서기 훈련 시, 시각적 피드백과 청각적 피드백을 적용하여 일어서기 동작의 기능적 수행 능력과 균형능력의 변화를 알아보고자 실시하였다.

본 연구에서 일어서기 동작 수행능력의 양적평가로 5회 앉고 일어서기 검사를 시행하였다. 그 결과 시각적 피드백 훈련군과 청각적 피드백 훈련군, 대조군 모두 5회 앉고 일어서기 검사에서 중재 후 유의한 향상을 보였다. 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 일어서기 동작 시 대칭적인 체중부하와 하지의 관절 회전력의 관계를 알아본 연구에서 일어서기 수행 능력과 마비측 무릎관절 폼 근의 근력이 높은 상관관계가 있다고 보고되었다(Lomaglio와 Eng, 2005). 대칭적인 자세훈련과 일어서기 훈련을 뇌졸중 환자를 대상으로 시행한 연구에서는 마비측 다리의 체중부하 증가로 체중 부하의 대칭성이 향상되었고(Cheng 등, 2001), 뇌졸중 환자에게 마비측 발의 위치를 조정하여 일어서기 훈련을 실시한 결과, 5회 앉고 일어서기 검사에서 향상되었음을 보고하였다

(Park 등, 2015). 따라서 본 연구에서 시행된 시각적 청각적 피드백을 이용한 일어서기 중재 방법이 군간 비교에서 통계적으로 유의하지는 않았지만, 선행연구와 유사하게 반복적 과제 수행을 통해 앉고 일어서기 동작의 양적 향상에 영향을 준 것으로 사료된다.

일어서기 동작 수행능력의 질적 평가를 위해 동작 분석과 자세동요 평가를 시행하였다. 동작 분석에서는 시각적 피드백 훈련군과 청각적 피드백훈련군의 동요 거리가 유의하게 감소되었고, 대조군에서는 유의한 차이가 없었다. 선행연구에서 비대칭적인 움직임 감소시키기 위해 다양한 피드백을 이용한 훈련을 하였으며, 이러한 피드백은 뇌졸중 환자의 마비측을 자극하여 마비측으로 체중부하를 유도한다고 하였다(Dickstein 등, 1984; Sackley와 Lincoln, 1997; Bonan 등, 2004). 또한 편마비 환자를 대상으로 피드백훈련이 균형 능력에 미치는 영향을 본 연구에서는 하지의 체중지지율과 자세동요가 유의하게 감소하였다(Ji 등, 2011). 본 연구에서도 피드백훈련이 뇌졸중 환자의 체중지지율과 자세조절능력에 질적으로 향상시키고 안정성을 증진시킨다는 결과를 나타내었고, 다양한 바이오 피드백훈련은 치료사의 구두지시나 촉각을 이용한 자세훈련보다 대칭적인 일어서기에 효과적임을 보여 주었다(Ki, 2014).

자세동요 평가에서 압력중심의 총 동요거리와 평균 속도가 중재 전, 후에 시각적 피드백 훈련군과 청각적 피드백 훈련군이 유의하게 감소하였지만, 대조군은 유의한 차이가 없었다. 비대칭적인 자세를 가진 편마비 환자에게 시각적 피드백훈련은 기립자세를 대칭적으로 만들어 주는데 효과적인 방법이며(Sackley와 Lincoln, 1997; Cheng 2001), 청각적 피드백을 이용한 훈련도 마비측 체중지지율의 향상에 효과가 있다고 하였다(Jun 등, 2014). 본 연구에서 시행한 시각적 피드백과 청각적 피드백을 이용한 훈련이 대칭적인 체중지지율 향상에 대한 선행연구와 부분적으로 유사한 결과를 나타낸다.

균형은 모든 행위에 필수적이며 일어서기와 같은 동작들을 수행하는데 중요하게 작용한다(Carr와 Shepherd, 2010). 이러한 균형능력을 평가하기 위한 다양한 검사 중 앉고 일어서기 검사와 버그균형척도와와의 관련성이 있다고 보고되었으며, 앉고 일어서기 검사의

수행 정도가 빠를수록 동적 균형능력이 향상된다고 하였다(Cho 등, 2013). 또한 뇌졸중 환자 16명을 대상으로 감각피드백훈련을 적용한 선행연구에서는 중재 후 환자의 균형능력이 향상되었다(Seo 등, 2010). 버그균형척도를 사용한 본 연구의 결과에서는 시각적 피드백 훈련군, 청각적 피드백 훈련군, 피드백 없이 일어서기 훈련을 한 대조군 모두 중재 전, 후에 유의하게 향상되었고, 시각적 피드백 훈련군이 다른 군보다 유의한 향상을 나타냈다. 청각적 피드백훈련도 통계적으로는 유의하지 않았으나( $p=0.065$ ), 대조군에 비해 버그균형척도의 변화량이 더 크게 향상되었다. Van Vliet와 Wulf(2006)는 시각적 피드백은 뇌졸중 환자의 균형능력을 유의하게 향상시켰다고 하였으며 청각적 피드백 또한 일어서기 능력을 향상시켰다고 하였다. 근력강화를 위한 일반적인 방법보다 시각적 피드백과 움직임을 통한 중재가 뇌졸중 환자의 균형에 효과적이라는 결과는 본 연구와 유사하다(Kim, 2008).

피드백은 환자들의 운동수행력을 향상시키고 나아가 재활치료에 있어 중요한 도구라고 하였다(Ahn 등, 2012). 하지만 기존의 바이오피드백 장비는 고비용과 공간의 제약으로 환자에게 적용이 어려웠지만 본 연구에서 사용된 레이저포인터와 압력측정기는 비용지출이 적으며 장비조작이 간단하고 공간에 크게 제한을 받지 않아 기존의 연구 장비보다 효율성이 높다. 따라서 치료사들이 임상에서 보다 용이하게 바이오피드백을 이용한 중재 방법으로 활용할 수 있겠다.

본 연구의 결과를 설명함에 있어서 다음과 같은 몇 가지 제한점을 가지고 있다. 중재기간이 짧고 추적조사가 이루어지지 않아 연구에서 사용된 바이오피드백 훈련에 대한 장기 효과는 분명하지 않다. 또한, 독립적으로 앉은 자세에서 일어서기 동작이 가능한 뇌졸중 환자들을 대상으로 하였기 때문에 다양한 기능적 움직임을 보이는 뇌졸중 환자에게 일반화시키기 어렵다. 그러나 본 연구가 단기간에 진행되었음에도 뇌졸중 환자들의 일어서기 동작 수행과 균형에 긍정적인 효과가 있었던 것을 고려해 보았을 때 바이오피드백을 이용한 일어서기 훈련은 일반적인 일어서기 과제훈련보다 더 효과적이었다. 그러므로 본 연구 결과를 일반화시키기 위해서

는 향후에 이러한 제한점을 보완한 연구들이 지속적으로 시행되어야 할 것이다. 또한 일어서기 동작을 세분화하여 바이오피드백 적용의 효과를 알아보기 위한 연구들이 이루어져 뇌졸중 환자의 일어서기 동작의 기능적 수행능력과 균형능력을 위한 효과적인 훈련방법들이 제시될 것으로 본다.

## V. 결 론

본 연구는 만성 뇌졸중 환자의 일어서기 훈련 시, 시각적 바이오피드백과 청각적 바이오피드백을 적용하여 일어서기 동작의 기능적 수행 능력과 균형능력의 효과 차이를 알아보려고 하였다. 그 결과 시각적 피드백과 청각적 피드백을 적용한 실험군이 대조군보다 일어서기 동작의 수행능력의 양적인 향상보다 질적인 향상에 효과가 있었으며, 균형능력에 효과를 보였다. 따라서 뇌졸중 환자의 일어서기 훈련은 과제지향훈련보다 바이오 피드백훈련을 통한 일어서기 동작의 기능적 수행능력의 질적 향상과 균형능력 향상에 효과적인 훈련방법으로 사료된다.

## References

- Ahn MH, Park KD, You YY. The effect of feedback on somesthetic video game training for improving balance of stroke patients. *J Korean soc phys med.* 2012;7(4):401-09.
- Berg K, Wood-Dauphinee S, Williams J. The balance scale: Reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med.* 1995;27(1):27-36.
- Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified ashworth scale of muscle spasticity. *Phys Ther.* 1987; 67(2):206-7.
- Bonan IV, Yelnik AP, Colle FM, et al. Reliance on visual information after stroke. Part ii: Effectiveness of a



- balance rehabilitation program with visual cue deprivation after stroke: A randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(2):274-8.
- Brière A, Nadeau S, Lauzière S, et al. Knee efforts and weight-bearing asymmetry during sit-to-stand tasks in individuals with hemiparesis and healthy controls. *J Electromyogr Kinesiol.* 2013;23(2):508-15.
- Camargos ACR, Rodrigues-de-Paula-Goulart F, Teixeira-Salmela LF. The effects of foot position on the performance of the sit-to-stand movement with chronic stroke subjects. *Arch Phys Med Rehabil.* 2009;90(2):314-9.
- Carr J, Shepherd R. *Neurological rehabilitation: Optimizing motor performance*(2<sup>nd</sup> ed) London. Churchill Livingstone. 2010.
- Cheng PT, Chen CL, Wang CM, et al. Leg muscle activation patterns of sit-to-stand movement in stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil.* 2004;83(1):10-6.
- Cheng PT, Wu SH, Liaw MY, et al. Symmetrical body-weight distribution training in stroke patients and its effect on fall prevention. *Arch Phys Med Rehabil.* 2001;82(12):1650-4.
- Cho HY, An SH, Lee YB, et al. The usability of sit to stand test performance in chronic stroke. *J Korean soc phys med.* 2013;8(4):549-58.
- Choi HS, Shin WS. Validity of the lower extremity functional movement screen in patients with chronic ankle instability. *J Phys Ther Sci.* 2015;27(6):1923.
- Chou SW, Wong AM, Leong CP, et al. Postural control during sit-to stand and gait in stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil.* 2003;82(1):42-7.
- Dickstein R, Nissan M, Pillar T, et al. Foot-ground pressure pattern of standing hemiplegic patients major characteristics and patterns of improvement. *Phys Ther.* 1984;64(1):19-23.
- Engardt M, Ribbe T, Olsson E. Vertical ground reaction force feedback to enhance stroke patients' symmetrical body-weight distribution while rising/sitting down. *Scand J Rehabil Med.* 1993;25(1):41-8.
- Fujimoto M, Chou LS. Dynamic balance control during sit-to-stand movement: An examination with the center of mass acceleration. *J Biomech.* 2012;45(3):543-8.
- Hughes MA, Schenkman ML. Chair rise strategy in the functionally impaired elderly. *J Rehabil Res Dev.* 1996;33(4):409.
- Ji SG, Nam GW, Kim MK, et al. The effect of visual feedback training using a mirror on the balance in hemiplegic patients. *J Korean soc phys med.* 2011;6(2):153-63.
- Jun HJ, Lee JS, Kim KJ, et al. Effect of auditory biofeedback training and kicking training on weight-bearing ratio in patients with hemiplegia. *J Korean soc phys med.* 2014;9(4):363-73.
- Ki KI. The Effect of repetitive feedback training of plantar pressure sense for weight shift during gait in chronic hemiplegia patients. Doctor's Degree. Daejeon University. 2014.
- Kim SK. The effective factors on balance in stroke patients. *Korea Sport Research.* 2008;19(6):125-34.
- Lee KY, Shin WS. The effects of closed kinetic and open kinetic chain exercises using knee reposition sense in chronic stroke patients. *J Kor Phys Ther.* 2014;26(3):182-90.
- Lomaglio MJ, Eng JJ. Muscle strength and weight-bearing symmetry relate to sit-to-stand performance in individuals with stroke. *Gait Posture.* 2005;22(2):126-31.
- Mercer VS, Freburger JK, Chang SH, et al. Measurement of paretic-lower-extremity loading and weight transfer after stroke. *Phys Ther.* 2009;89(7):653-64.
- Mirelman A, Herman T, Nicolai S, et al. Audio-biofeedback training for posture and balance in patients with parkinson's disease. *J Neuroeng Rehabil.* 2011;8:35.
- Nyberg L, Gustafson Y. Patient falls in stroke rehabilitation a challenge to rehabilitation strategies. *Stroke.* 1995;26(5):838-42.

- Park DS, Lee DY, Choi SJ, et al. Reliability and validity of the balancia using wii balance board for assessment of balance with stroke patients. *J Korea Acad Industr Coop Soc.* 2013;14(6):2767-72.
- Park JH, Kim YM, Lee NK. The effects of repetitive sit-to-stand training with a paretic-side asymmetrical foot position on the balance of chronic stroke subjects. *J Kor Phys Ther.* 2015;27(3):169-73.
- Sackley CM, Lincoln NB. Single blind randomized controlled trial of visual feedback after stroke: Effects on stance symmetry and function. *Disabil Rehabil.* 1997;19(12): 536-46.
- Seo DK, Oh DW, Lee SH. Effectiveness of ankle visuoperceptual-feedback training on balance and gait functions in hemiparetic patients. *J Kor Phys Ther.* 2010;22(4):35-41.
- Shepherd RB. Exercise and training to optimize functional motor performance in stroke: Driving neural reorganization? *Neural Plast.* 2001;8(1-2):121-9.
- Tung FL, Yang YR, Lee CC, et al. Balance outcomes after additional sit-to-stand training in subjects with stroke: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2010; 24(6):533-542.
- Van Vliet PM, Wulf G. Extrinsic feedback for motor learning after stroke: what is the evidence? *Disabil Rehabil.* 2006;28(13-14):831-40.
- Whitney SL, Wrisley DM, Marchetti GF, et al. Clinical measurement of sit-to-stand performance in people with balance disorders: Validity of data for the five-times-sit-to-stand test. *Phys Ther.* 2005;85(10): 1034-45.
- Yoon MR, Choi HS, Shin WS. Effects of the abdominal drawing-in maneuver and the abdominal expansion maneuver on grip strength, balance and pulmonary function in stroke patients. *J kor phys ther.* 2015;27(3): 147-53.