

Original Article

Open Access

다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련이 편마비 환자의 균형능력과 일어서기 동작 수행능력에 미치는 영향

민준기 · 최원재¹ · 정지혜² · 이승원^{3†}

삼육대학교 일반대학원 물리치료학과, ¹중부대학교 물리치료학과,
²삼육대학교 SMART 재활연구소, ³삼육대학교 물리치료학과

The Effects of Self-Sit-to-Stand Training Using Multi-Sensory Feedback Device on Balance Ability and Sit-to-Stand Ability in Hemiplegic Stroke Patients

Jun-Ki Min, P.T., M.S. · Won-Jae Choi, P.T., Ph.D.¹ · Jihye Jung, P.T., M.S.² · Seung-Won Lee, P.T., Ph.D.^{3†}

Department of Physical Therapy, Graduate School of Sahmyook University

¹Department of Physical Therapy, Joongbu University

²Institute of SMART Rehabilitation, Sahmyook University

³Department of Physical Therapy, Sahmyook University

Received: April 20, 2022 / Revised: May 11, 2022 / Accepted: May 19, 2022

© 2022 Journal of Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association

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.

| Abstract |

Purpose: The aim of this research was to investigate the effects of self-sit-to-stand training on balance ability and sit-to-stand ability in hemiplegic stroke patients using a multisensory feedback device.

Methods: A total of 19 stroke patients participated in this study, and they were divided into two groups: 10 underwent self-sit-to-stand training using a multisensory feedback device, and 9 underwent sit-to-stand training with a physical therapist. In both groups, sit-to-stand training was performed for 30 min, 3 times a week, for 6 weeks. The subjects also underwent physical therapy twice a day for 30 min, 10 times a week, for a total of 60 sessions. Balance ability was evaluated using the AFA-50 and Berg Balance Scale. Sit-to-stand ability was evaluated using the five times sit-to-stand test.

Results: Sway length, pressure, and total pressure all significantly increased in both groups, and there was no difference between the two groups. The Berg Balance Scale results showed that balance ability significantly increased in both groups, and there was no difference between the two groups. The five times sit-to-stand test results showed that sit-to-stand ability significantly increased in both groups, and there was no difference between the two groups. It was found that the self-sit-to-stand training using a multisensory feedback device had a positive effect on balance control and sit-to-stand ability. When the two groups were compared, no difference in balance ability or sit-to-stand ability was observed.

†Corresponding Author : Seung-Won Lee (swlee@syu.ac.kr)

Conclusion: The findings of this study indicate that self-sit-to-stand training using a multisensory feedback device is as effective as sit-to-stand training with a physical therapist. Hence, self-sit-to-stand training using a multisensory feedback device could be an effective home-based exercise protocol for hemiplegic stroke patients to improve their balance and sit-to-stand abilities.

Key Words: Stroke, Sit-to-stand, Feedback, Static balance, Dynamic balance

I. 서 론

일어서기 동작은 몸통과 하지 근력 및 자세 조절의 협응된 움직임을 필요로 하며, 무게중심이 앞과 위 방향으로 이동한다(Kasai & Takeda, 2016). 또한 일상 생활에서 필수적인 활동 중 하나로, 침대에서 의자로, 의자에서 변기로의 이동에 기초가 되고 보행을 위한 필수조건이다(Barreca et al., 2004).

뇌졸중 환자는 일어서기 동작 시 비마비측으로 체중지지, 기저면 내에서 체중이동 능력 감소 그리고 긴 수행시간을 보였다(Brière et al., 2010; Malouin et al., 2004). 이를 개선하기 위해 수행된 반복적인 일어서기 훈련을 통해 두 다리의 대칭적인 체중부하, 하지 근력의 증가 그리고 자세동요 감소를 보였다(Lecours et al., 2008; Liu et al., 2016; Tung et al., 2010).

일어서기 동작의 수행시간이 짧을수록 대칭성이 향상되고 자세동요가 적으며 방향조절이 향상된다고 하였으며, 일어서기 동작 수행시간의 증가는 주로 초기 단계인 엉덩이가 들리기 전 몸통을 굽히는 구간에서 소비된다고 하였다(Mao et al., 2018). 뇌졸중 환자는 일어서기 동작 동안 발의 위치에 따라 일어서기 동작의 수행 능력이 다르게 나타났으며, 특히 마비측 발을 후방에 배치하였을 때 일어서기 동작 동안 마비측 하지의 부하와 두 다리의 체중부하 분포의 대칭성이 더욱 증가되었다고 하였다(Boyne et al., 2011; Lecours et al., 2008). 일어서기 동작의 수행능력은 발의 위치 이외에도 팔의 자세도 연관이 있다. Kwong 등(2014)은 발의 위치와 팔의 자세가 일어서기 동작 수행시간에 미치는 영향에 대한 연구를 수행하였고 마비측 발을

후방에 배치하고 손가락을 포개어 깎지를 낀 후 팔꿈치를 펴고 어깨관절을 90° 굽힌 상태에서 일어서기 동작을 수행하였을 때 다른 자세보다 수행시간이 더욱 짧았다고 하였다.

생체되먹임은 대상자의 움직임에 유용한 정보를 제공해줄 수 있으므로 운동을 진행하는 도중이나 끝난 후 바로 수정이 가능하다는 장점이 있다(Hwang et al., 2017). 뇌졸중 재활에서 시각되먹임은 중력중심의 이동에 대한 정보를 힘판을 통해 실시간으로 제공받으며 이러한 시각되먹임을 통한 훈련은 하지의 자세조절 또는 대칭적 체중분포 개선에 효과가 있다(Geiger et al., 2001). 아급성 뇌졸중 환자를 대상으로 시각되먹임과 청각되먹임을 통한 일어서기 훈련을 실시한 선행연구에서는 일어서는 동안 되먹임 훈련군에서 대조군에 비해 체중이 양쪽다리에서 보다 대칭적으로 분포하였으며 일어서고 앉을 때 중력중심의 좌우 흔들림이 적었다고 하였다(Cheng et al., 2001). 또한 Brière 등(2010)은 환자가 일어서기 동작을 수행할 때 체중지지율에 대한 지각이 부족하기 때문에 비대칭적이라고 인식하지 못하므로 되먹임을 통한 체중지지율에 대한 필요성을 강조하였다.

뇌졸중 환자는 퇴원 후 시간적, 공간적 제약으로 입원 혹은 통원이 힘들거나 금전적인 문제로 병원에서 치료받기 힘들 수 있다(Donkor, 2018). 가정에서의 재활훈련은 경제적인 부담을 덜어줄 수 있지만 치료사의 지시에 의한 훈련과 상응하는 정확한 훈련을 유지하는 것은 힘들며 이에 대한 가정 기반 운동 방법에 대한 연구도 부족하다(Monger et al., 2002). 치료사와 함께 수행되는 일어서기 훈련과 동일한 효과를 가진

다중감각 되먹임 장치를 고안하여 보급한다면 낮은 경제 능력을 가진 환자들도 효율적인 일어서기 훈련을 스스로 수행할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련과 치료사와 함께 수행하는 일어서기 훈련이 균형 능력과 일어서기 수행능력에 미치는 영향을 비교해 봄으로써 퇴원 후 가정에서 독립적으로 일어서기 훈련을 시행할 수 있는 방법을 제시하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 서울특별시 동대문구에 소재한 C병원에 입원 중인 뇌졸중 진단을 받은 환자 19명을 대상으로 하였으며, 모든 대상자에게 연구에 대한 절차 및 목적을 설명한 후 동의서를 배포하여 서명한 자를 대상으로 하였다. 본 연구는 S대학교 연구윤리위원회 승인(2-7001793-AB-N-012018064HR)을 받아 시행하였다.

연구 대상자의 선정기준은 뇌경색으로 인한 뇌졸중 환자로서 발병 후 6주 미만인 자, 손을 사용하지 않고 독립적으로 일어서기가 가능한 자, 버그균형척도가 48점 미만인 자, 한국판 간이정신상태검사에서 24점 이상으로 연구자의 지시를 따를 수 있는 자로 설정하였다(Liu et al., 2016). 제외 조건은 사지 골절, 관절 통증이 있는 자, 균형능력에 영향을 주는 다른 질환이 있는 자, 본 연구의 목적에 관하여 설명을 들은 후 연구에 동의하지 않는 자로 하였다(Camargos et al., 2009; Liu et al., 2016).

2. 실험 절차

연구대상자들은 증재방법에 따라 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련군 10명, 치료사의 구두지시에 의한 일어서기 훈련군 10명으로 난수표를

이용하여 무작위로 각 군에 배정하였다. 두 군 모두 증재 전 자세동요거리, 좌우 체중지지율, 총 압력분포, 버그균형척도, 5회 앉았다 일어서기 검사를 포함하는 사전검사를 받았으며, 각각 다중감각 되먹임 장치에 의한 자가 일어서기 훈련과 치료사의 구두지시에 의한 일어서기 훈련을 30분간 주 3회 총 6주 동안 받은 후 자세동요거리, 좌우 체중지지율, 총 압력분포, 버그균형척도, 5회 앉았다 일어서기 검사를 포함하는 사후검사를 받았다. 6주간의 훈련 기간 동안 4주차에 치료사의 구두지시에 의한 일어서기 훈련군에서 1명이 퇴원으로 탈락하여, 최종적으로 19명이 연구 대상에 포함되었다.

3. 측정방법 및 도구

1) 균형

균형 능력은 정적 균형과 동적 균형을 모두 평가하였다. 정적균형을 측정하기 위해 발바닥에 가해지는 압력의 분포를 측정하는 AFA-50(gait-view AFA-50, alFOOTs, Korea)을 이용하여 측정하였다. AFA-50은 전체크기가 550×480×35 mm이며, 압력 센서의 두께는 0.15 mm, 센서크기는 0.73 m², 센서의 수는 2,304 (48×48)개, 최대 압력은 100 N/cm²이다. 정적균형은 자세동요거리, 좌우 체중지지율, 총 압력분포를 측정할 것이며 대상자는 발뒤꿈치를 5-6 cm를 유지하면서 10초 동안 눈을 뜨고 AFA-50 위에 편안하게 서있는 상태에서 측정하였다. 측정자간 신뢰도는 ICC 0.69~0.97로 높은 신뢰도를 가진 도구이다(Y. T. Kim & Lee, 2012). 동적 균형은 버그 균형 척도(Berg balance scale)로 측정되었다. 노인의 기능적인 기립 균형을 측정하기 위하여 만든 평가도구이며, 일상생활 동작을 응용한 14개 항목으로 균형 능력을 객관적으로 평가하는 척도이다. 각 항목 당 최소 0점에서 최고 4점을 적용하고 14개 항목에 대한 총합은 56점이다(Blum & Korner-Bitensky, 2008). 0-20점은 휠체어가 필요하다는 것을 시사하며, 21-40점은 도움이 필요한 보행,

41-56점은 독립적인 보행이 가능함을 나타낸다. 이 측정도구는 측정자내 신뢰도 $r=0.98$ 와 측정자간 신뢰도 $r=0.97$ 로 높은 신뢰도와 타당도를 가진 도구이다 (Downs, 2015).

2) 일어서기 수행능력

5회 앉았다 일어서기 검사는 일반적으로 대상자의 하지의 기능적인 근력, 낙상위험, 장애를 측정하기 위해 사용된다(Mong et al., 2010). 검사는 테이블의 높이를 대상자의 가쪽넙다리뼈관절용기 높이로 조절하여 앉히고, 팔을 가슴 앞으로 교차 한 상태에서 시작하였다(Brunt et al., 2002). 실험자는 대상자에게 “최대한 빠르게 5회 일어났다 앉는 동작을 하세요”라고 지시한 후 “시작”이라는 신호를 주어 측정을 시작하였으며 수행시간은 초시계로 측정하였다. 5회 앉았다 일어서기 검사는 측정자내 신뢰도 ICC 0.99와 측정자간 신뢰도 ICC > 0.97의 우수한 신뢰도를 가진 도구이다(Mong et al., 2010).

4. 중재 방법

1) 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련

시작자세는 팔걸이, 등받이가 없는 바닥에서 가쪽

넙다리뼈 관절용기 높이의 의자를 준비하여 앉히고 허벅지의 절반만 의자와 접하게 앉게 하며 허벅지의 길이는 무릎관절선에서 넙다리뼈 큰돌기까지로 정의한다. 또한 다리는 서로 평행하게 놓고 대상자의 체격에 따라 양발의 안쪽모서리를 10-15 cm의 거리를 두게 하며 마비측 발을 비마비측 발의 절반에 걸치게 하여 뒤쪽에 두고 비마비측 발목은 발등굽힘 10° 의 위치에 놓는다(Liu et al., 2016). 마비측 발 밑에 Wii 균형판을 두고 비마비측 발 밑에 같은 높이의 발판을 위치시킨다. 앉은 자세에서 손가락을 포개어 깍지를 끼고 팔을 쭉 뻗어 엉덩이가 의자에서 떨어지기 전 Nuzik 등 (1986)이 제시한 최대몸통굽힘구간(75°)을 각도계로 측정하여 각도에 상응하는 전방이동거리를 대상자 개개인에 대하여 계산한 후 깍지를 낀 손이 계산된 전방 이동거리에 도달하면 10 cm내외의 거리에서 적외선 센서가 감지하여 LED등을 통해 시각되먹임을 주어진 후 엉덩이를 들게 하였다. 최대몸통굽힘의 기준은 무릎관절선, 넙다리뼈 큰돌기, 어깨뼈봉우리 간의 각도로 정의한다. 엉덩이가 의자에서 떨어진 직후 대상자 개개인의 전체 체중에 대한 마비측의 체중지지율 값이 Wii 균형판에 입력되면 이 후 기립을 수행하도록 “시작”이라는 음성을 통하여 청각되먹임을 주었다 (Figure 1). 각 세트 간 휴식은 훈련강도를 고려하여 12회씩 30분 간 진행하였다. 각 세트 후에는 항상 1분씩 휴식을 취하였다. 마비측 체중지지율은 1단계 (30%)에서부터 각 단계별로 5%씩 증가시켜 일어서기

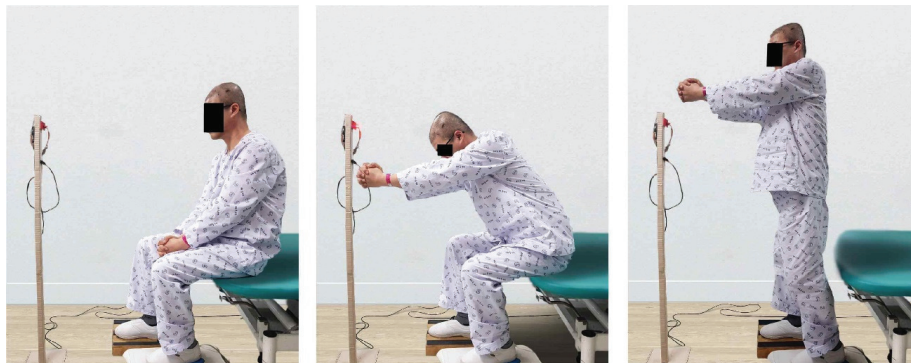


Fig. 1. Self-sit-to-stand training using multi-sensory feedback.

를 수행하였다. 각 단계별로 총 12회 중 10회 이상 수행이 가능하면 다음 단계로 상향 조정하였으며 중재 동안 일어서지 못하고 주저앉는 경우와 되먹임 없이 일어서는 경우에는 실패한 것으로 간주하였다.

2) 치료사의 구두지시에 의한 일어서기 훈련

다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련과 동일한 자세에서 시작한다. 손가락을 포개어 깍지를 끼고 팔을 쭉 뻗은 상태에서 “앞으로 몸통을 구부리세요” 라는 치료사의 구두지시에 따라 몸통을 굽힌 후 “일어나세요” 라는 치료사의 구두지시에 따라 일어난다. 각 세트 간 횟수는 훈련강도를 고려하여 12회를 1세트로 세트 수행 후 1분간의 휴식 시간을 두고 30분 간 반복하였다.

3) 일반적인 물리치료

일반적 물리치료는 의사에 처방에 따라 전통적인 운동발달 이론과 운동학습 이론에 근거한 치료적 접근법 중 신경발달치료, 고유수용성 신경근 촉진법, 보바스 치료를 시행하였으며 중재기간은 총 6주간 주 5일, 하루 1시간씩 시행하였다. 일반적인 물리치료 중에는 앉았다 일어서기 훈련과 동일한 중재는 적용하지 않았다.

5. 자료 분석

본 연구에서 수집된 데이터는 SPSS(Statistics 21, IBM, USA)를 이용하여 통계적인 분석을 산출하였다. 전체 대상자는 Shapiro-Wilk 정규성 검정을 실시하였으며, 대상자의 일반적인 특성의 경우 기술통계를 사용하였고 동질성 검정을 위해 카이제곱검정과 독립표본 t검정을 실시하였다. 집단 내 중재적용 전·후를 비교하기 위해 대응표본 t검정을 사용하였고 집단 간 정적균형, 동적균형 일어서기 수행능력을 비교하

기 위해 독립표본 t검정을 사용하였다. 자료의 모든 통계학적 유의수준은 0.05로 하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

연구 모집조건에 따라 참가자는 20명이 모집되었으나 1명의 탈락으로 19명에 대한 분석이 이루어졌다. 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련군은 남자 4명, 여자 6명이고, 치료사의 구두지시에 의한 일어서기 훈련군은 남자 4명, 여자 5명이 참여하였다. 마비측 부위를 알아보았을 때, 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련군에서 좌측 편마비 6명, 우측 편마비 4명이며, 치료사의 구두지시에 의한 일어서기 훈련군은 좌측 편마비 5명, 우측 편마비 4명이었다. 대상자 총 19명의 평균 연령은 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련군 63.4세, 치료사의 구두지시에 의한 일어서기 훈련군 61.89세로 군간 차이가 없었다. 신장은 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련군 165.6 cm, 치료사의 구두지시에 의한 일어서기 훈련군 167.111 cm로 군간 차이가 없었다. 체중은 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련군 61.5 kg, 치료사의 구두지시에 의한 일어서기 훈련군 63.09 kg로 군간 차이가 없었다. 유병기간은 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련군 3.4주, 치료사의 구두지시에 의한 일어서기 훈련군 3.2주로 군간 차이가 없었다. K-MMSE지수는 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련군 27.3점, 치료사의 구두지시에 의한 일어서기 훈련군 28.44점으로 군간 차이가 없었다 (Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects

(n=19)

Variables	STS+MSF group (n=10)	STS+PT group (n=9)	χ^2/t (p)
Sex (male / female)	4 / 6	4 / 5	0.03 (1.00)
Age (years)	63.40±6.74	61.89±9.82	1.27 (0.69)
Height (cm)	165.60±6.60	167.11±8.96	0.92 (0.67)
Weight (kg)	61.50±8.41	63.09±3.98	0.92 (0.61)
Affected side (Rt / Lt)	6 / 4	5 / 4	0.03 (1.00)
Duration (weeks)	3.40±1.65	3.22±1.20	0.03 (0.79)
K-MMSE (points)	27.30±2.36	28.44±1.74	3.39 (0.25)

STS+MSF: self-sit-to-stand training using multi-sensory feedback, STS+PT: sit-to-stand training with physical therapist, Rt: right, Lt: left, MMSE: Korean version mini mental state evaluation.

Values are presented by Mean±SD.

2. 균형의 변화 비교

두 군간 중재 전·후 정적균형의 변화 중 자세동요 거리의 평균은 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련군은 실험 전 122.97 mm에서 실험 후 96.35 mm으로 26.62 mm가 감소하여 통계적 유의한 차이가 있었고($p<0.05$), 치료사의 구두지시에 의한 일어서기 훈련군에서 실험 전 125.09 mm에서 실험 후 101.61 mm로 23.48 mm가 감소하여 통계적으로 유의한 차이가 있었으며($p<0.05$), 두 군간 전·후 변화량에서 차이가 없었다($p>0.05$). 좌우 체중지지율의 평균은 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련군은 실험 전 39.78%에서 실험 후 44.59%로 4.81%가 증가하여 통계적 유의한 차이가 있었고($p<0.05$), 치료사의 구두지시에 의한 일어서기 훈련군에서 실험 전 37.62%에서 실험 후 43.34%로 5.73%가 증가하여 통계적으로 유의한 차이가 있었으며($p<0.05$), 두 군간 전·후 변화량에서 차이가 없었다($p>0.05$). 총 압력분포의 평균은 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련군은 실험 전 74.67 kPa에서 실험 후 92.50 kPa으로 17.83 kPa가 증가하여 통계적 유의한 차이가 있었고($p<0.05$), 실험 전 치료사의 구두지시에 의한 일어서기 훈련군에서 75.27 kPa에서 실험 후 94.14 kPa로 18.88 kPa가 증가하여 통계적으로 유의한 차이가 있었으며($p<0.05$), 두 군간 전·후 변화량에서 차이가 없었다($p>0.05$).

두 군간 중재 전·후 동적균형의 변화로 버그균형 척도는 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련군에서 실험 전 36.90점에서 실험 후 45.20점으로 8.30점이 증가하여 통계적 유의한 차이가 있었고($p<0.05$), 치료사의 구두지시에 의한 일어서기 훈련군은 실험 전 36.67점에서 실험 후 44.11점으로 7.44점이 증가하여 통계적으로 유의한 차이가 있었으며($p<0.05$), 두 군간 전·후 변화량에서 차이가 없었다($p>0.05$)(Table 2).

3. 일어서기 수행력의 변화 비교

5회 앉았다 일어서기 검사의 평균은 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련군에서 실험 전 20.56초에서 실험 후 15.85초로 4.70초가 감소하여 통계적 유의한 차이가 있었고($p<0.05$), 치료사의 구두지시에 의한 일어서기 훈련군에서 실험 전 22.22초에서 실험 후 16.99초로 5.23초가 감소하여 통계적으로 유의한 차이가 있었으며($p<0.05$), 두 군간 전·후 변화량에서 차이가 없었다($p>0.05$)(Table 3).

IV. 고 찰

본 연구는 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가

Table 2. Comparison of balance between the two groups (n=19)

Variables	STS+MSF group (n=10)			STS+PT group (n=9)			t(p)
	Pre-test	Post-test	Changes	Pre-test	Post-test	Changes	
Static balance							
Postural sway (mm)	122.97±9.78	96.35±9.06*	26.62±3.94	125.09±11.19	101.61±11.01*	23.48±4.71	1.58 (0.52)
Weight distribution (%)	39.78±2.68	44.59±1.92*	4.81±0.98	37.62±3.73	43.34±2.81*	5.72±1.01	1.98 (0.72)
Mean pressure (kPa)	74.67±5.55	92.50±4.94*	17.83±3.04	75.27±6.31	94.14±7.43*	18.88±3.17	0.73 (0.93)
Dynamic balance							
BBS (points)	36.90±5.09	45.20±5.07*	8.30±2.00	36.67±5.48	44.11±6.43*	7.41±1.81	1.58 (0.52)

STS+MSF: self-sit-to-stand training using multi-sensory feedback, STS+PT: sit-to-stand training with physical therapist. Values are presented by Mean±SD.

* presents p<0.05 between the pre-test and the post-test.

Table 3. Comparison of sit-to-stand performance between the two groups (n=19)

Variables	STS+MSF group (n=10)			STS+PT group (n=9)			t (p)
	Pre-test	Post-test	Changes	Pre-test	Post-test	Changes	
5STS (s)	20.56±2.77	15.85±2.59*	4.70±1.16	22.22±3.07	16.99±1.93*	5.23±1.98	0.72 (0.55)

STS+MSF: self-sit-to-stand training using multi-sensory feedback, STS+PT: sit-to-stand training with physical therapist. Values are presented by Mean±SD.

* presents p<0.05 between the pre-test and the post-test.

일어서기 훈련이 치료사의 구두지시에 의한 일어서기 훈련만큼의 효과를 보일 수 있다는 것을 입증하기 위해 진행되었고, 그 결과 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련은 균형능력과 일어서기 수행 능력 향상에 유의한 향상을 보였다. 따라서 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련이 치료사의 구두지시에 의한 일어서기 훈련과 비교하였을 때 균형능력을 향상하는 것에 있어 동등한 효과를 가져 온 것으로 보인다.

발의 위치에 따른 일어서기 훈련의 효과를 보기 위해 여러 선행연구들이 진행되어 왔으며 Roy 등 (2006)은 마비측 발을 비마비측 발의 후방에 위치한 자세의 일어서기 훈련이 뇌졸중 환자에게 가장 효과적이라고 하였다. Kim 등(2015)은 이러한 비대칭적인 자세의 일어서기 훈련이 마비측 관절의 압박을 극대화하여 하지의 감각인식을 향상시켰기 때문에 체중부하 및 근력이 강화될 수 있다고 하였으며 Liu 등(2016)은 마비측으로의 체중부하로 엉덩뼈근, 무릎뼈근, 발

바닥굽힘근의 전방하중이 증가함에 따라 마비측 무릎 관절과 발목관절 근기능이 강화된다고 주장하였다. Jung 등(2017)의 연구에서는 이러한 마비측으로의 체중부하 증가는 고유수용성감각의 입력을 더욱 증가시킨다고 하였으며 체중지지율의 비대칭성이 감소하였다고 하였다. Tung 등(2010)은 딱딱한 바닥과 부드러운 바닥에서 무릎의 각도 변화(105°, 90°, 75°)를 통한 6가지 다른 형태의 앉았다 일어서기 훈련을 15분씩 주 3회 4주간 실시한 결과 정적 균형과 동적 균형이 모두 향상되었다. 뇌졸중 환자는 특히 마비측과 전방으로 체중을 이동시키는 능력이 결여되어 있기 때문에 앉았다 일어서기 훈련 중 전방으로 체중을 이동시키는 훈련이 뇌졸중 환자의 자세 조절능력을 향상시킬 수 있다고 하였다 (Tung et al., 2010). 따라서, 본 연구에서 고안한 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련은 마비측 발을 후방으로 위치한 자세에서 체중지지율에 대해 되먹임을 주어 일어서기 훈련을 수행하였기 때문에 마비측으로 체중 지지율의

증가와 좌우 대칭성의 개선을 통해 균형능력의 향상을 가져온 것으로 보인다.

5회 앉았다 일어서기 검사는 대상자의 기능적인 근력, 낙상위험과 같은 장애 등을 평가하기 위해 사용할 수 있는 측정도구이며(Mong et al., 2010), 임상적으로 앉았다 일어서는 동작을 평가할 수 있기 때문에 본 연구에서 사용하였다. 앉았다 일어서기 훈련은 하체근력을 강화시킬 수 있는 운동 방법이며(Tung et al., 2010), 건강한 사람보다 뇌졸중환자에게 일어서기 수행시간이 더 많이 소요되기 때문에 마비측 하체 근력은 일어서기 수행능력을 향상시키기 위해 중요한 요인이 된다(Lomaglio & Eng, 2005). Mao 등(2018)의 연구에서는 일어서기 수행시간의 대부분의 시간이 초기단계에서 파생되고 앞정강근의 수축이 먼저 이루어진다고 하였다. 앞정강근의 초기 활성화는 정강뼈의 전방회전력을 제공하여 체중을 앞으로 가져오고 발을 안정화시킨다(Khemlani et al., 1999). Kawagoe 등(2000)의 연구에서는 후방으로 발을 위치하였을 때는 엉덩이가 떨어지기 전 중력중심의 전방변위가 감소하고 앞정강근의 수축 시간을 단축시켜 효율적인 일어서기 동작이 가능한 반면 전방으로 발을 위치하였을 때에는 엉덩이가 떨어지기 전 중력중심의 보다 크고 더 급격한 전방변위를 보였으며 중력중심과 작용점과의 거리 또한 유의하게 길었다고 보고하였다. 본 연구에서도 반복적인 앉았다 일어서기 동작을 통해 하지의 근력을 향상시킬 수 있었고 마비측 발을 후방에 위치시킴으로써 마비측 발의 앞정강근 수축을 빠르게 활성화시키고 중력중심의 전방변위가 감소한 만큼 앉았다 일어서기 수행력을 향상시킬 수 있었던 것으로 사료된다. 일어서기 수행시간을 단축시키는 요인에는 팔의 위치도 영향이 있다. Kwong 등(2014)의 연구에서는 손가락을 포개어 각지를 끼고 팔꿈치를 핀 후 어깨 관절을 90° 굽힌 상태에서 일어서기를 수행하였을 때 5회 앉았다 일어서기 검사의 수행시간이 보다 단축되었다고 하였다. 이는 중력중심을 보다 효율적으로 앞으로 이동시킬 수 있기 때문에 몸통굽힘 수행시간의 단축과 연관이 있는 것으로 생각된다. 따라서 본 연구에서 고안한 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일

어서기 훈련이 발의 위치, 팔의 자세 그리고 되먹임을 통해 몸통의 무게중심을 전방으로 적절하게 이동할 수 있도록 유도하였기 때문에 마비측 하지의 근력증가와 일어서기 수행시간의 단축으로 일어서기 수행능력의 향상을 가져온 것으로 보인다.

본 연구에서의 제한점은 각 그룹의 대상자 수가 적어 연구의 결과를 일반화하기 어려우며 훈련 시간을 제외한 외부환경의 요인을 통제하지 못했다. 또한 대상자에게 훈련 시 발의 정확한 위치를 항상 염두에 두고 수행할 수 있도록 해야 되기 때문에 인지능력이 정상인 사람에게만 적용할 수 있으며 뇌졸중으로 인한 환자의 특성 상 실시간으로 발의 위치를 교정하기 어렵다는 단점이 있었다. 대상자들의 유병기간이 짧아 자연적 회복에 대한 부분이 변수로 작용할 수 있고 일어서기 동작 수행 시 대칭성과 같은 질적평가가 이루어지지 않았기 때문에 추후 유병기간에 따른 질적 평가에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

V. 결론

다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가 일어서기 훈련과 치료사의 구두지시에 의한 일어서기 훈련은 모두 뇌졸중 환자의 균형능력과 일어서기수행능력을 유의하게 향상시켰고 두 중재 방법간 유의한 차이가 없었다. 본 연구 결과로 두 중재 방법이 동일한 효과를 가지고 있다고 볼 수 있으며 시간적, 공간적 제약으로 입원 혹은 통원이 힘들거나 금전적인 문제로 병원에서 치료받기 힘든 환자들이 다중감각 되먹임 장치를 이용한 자가일어서기 훈련을 가정에서 실시함으로써 별도의 치료사 도움 없이 스스로 해당 훈련을 수행할 수 있을 것으로 생각된다. 일어서기 훈련을 통해 향상된 균형능력과 일어서기 수행능력은 환자의 독립적인 일상생활을 증진시키기 위한 움직임의 질적 향상에 도움을 줄 수 있을 것이다.

References

- Barreca S, Sigouin CS, Lambert C, et al. Effects of extra training on the ability of stroke survivors to perform an independent sit-to-stand: a randomized controlled trial. *Journal of Geriatric Physical Therapy*. 2004; 27(2):59.
- Blum L, & Komer-Bitensky N. Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: a systematic review. *Physical Therapy*. 2008;88(5):559-566. doi:10.2522/ptj.20070205
- Boyne P, Israel S, & Dunning K. Speed-dependent body weight supported sit-to-stand training in chronic stroke: a case series. *Journal of Neurologic Physical Therapy*. 2011;35(4):178-184. doi:10.1097/NPT.0b013e318235d8b2
- Brière A, Lauzière S, Gravel D, et al. Perception of weight-bearing distribution during sit-to-stand tasks in hemiparetic and healthy individuals. *Stroke*. 2010;41(8):1704-1708. doi:10.1161/strokeaha.110.589473
- Brunt D, Greenberg B, Wankadia S, et al. The effect of foot placement on sit to stand in healthy young subjects and patients with hemiplegia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2002;83(7):924-929. doi:10.1053/apmr.2002.3324
- Camargos AC, 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. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2009;90(2):314-319. doi:10.1016/j.apmr.2008.06.023
- Cheng PT, Wu SH, Liaw MY, et al. Symmetrical body-weight distribution training in stroke patients and its effect on fall prevention. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001;82(12):1650-1654. doi:10.1053/apmr.2001.26256
- Donkor ES. Stroke in the 21(st) Century: A Snapshot of the Burden, Epidemiology, and Quality of Life. *Stroke Research and Treatment*. 2018;2018:1-10. doi:10.1155/2018/3238165
- Downs S. The Berg Balance Scale. *Journal of Physiotherapy*. 2015;61(1):46. doi:10.1016/j.jphys.2014.10.002
- Geiger RA, Allen JB, O'Keefe J, et al. Balance and mobility following stroke: effects of physical therapy interventions with and without biofeedback/forceplate training. *Physical Therapy*. 2001;81(4):995-1005.
- Hwang J, Choi H, & Shin W. Effects of real-time feedback training on weight shifting during golf swinging on golf performance in amateur golfers. *Physical therapy rehabilitation science*. 2017;6(4):189-195. Retrieved from <http://www.riss.kr/link?id=A105300702>
- Jung KS, In TS, & Cho HY. Effects of sit-to-stand training combined with transcutaneous electrical stimulation on spasticity, muscle strength and balance ability in patients with stroke: A randomized controlled study. *Gait & Posture*. 2017;54:183-187. doi:10.1016/j.gaitpost.2017.03.007
- Kasai R, & Takeda S. The effect of a hybrid assistive limb(®) on sit-to-stand and standing patterns of stroke patients. *Journal of Physical Therapy Science*. 2016;28(6):1786-1790. doi:10.1589/jpts.2016.1786
- Kawagoe S, Tajima N, & Chosa E. Biomechanical analysis of effects of foot placement with varying chair height on the motion of standing up. *Journal of Orthopaedic Science*. 2000;5(2):124-133. doi:10.1007/s007760050139
- Khemplani MM, Carr JH, & Crosbie WJ. Muscle synergies and joint linkages in sit-to-stand under two initial foot positions. *Clinical biomechanics*. 1999;14(4):236-246. doi:10.1016/s0268-0033(98)00072-2
- Kim K, Kim YM, & Kang DY. Repetitive sit-to-stand training with the step-foot position on the non-paretic side, and its effects on the balance and foot pressure of

- chronic stroke subjects. *Journal of Physical Therapy Science*. 2015;27(8):2621-2624. doi:10.1589/jpts.27.2621
- Kim YT, & Lee JS. Normal pressures and reliability of the Gaitview® system in healthy adults. *Prosthetics and Orthotics International*. 2012;36(2):159-164. doi:10.1177/0309364611433444
- Kwong PW, Ng SS, Chung RC, et al. Foot placement and arm position affect the five times sit-to-stand test time of individuals with chronic stroke. *BioMed Research International*. 2014;2014:636530. doi:10.1155/2014/636530
- Lecours J, Nadeau S, Gravel D, et al. Interactions between foot placement, trunk frontal position, weight-bearing and knee moment asymmetry at seat-off during rising from a chair in healthy controls and persons with hemiparesis. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2008;40(3):200-207. doi:10.2340/16501977-0155
- Liu M, Chen J, Fan W, et al. Effects of modified sit-to-stand training on balance control in hemiplegic stroke patients: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2016;30(7):627-636. doi:10.1177/0269215515600505
- 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):126-131. doi:10.1016/j.gaitpost.2004.08.002
- Malouin F, Richards CL, Doyon J, et al. Training mobility tasks after stroke with combined mental and physical practice: a feasibility study. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2004;18(2):66-75. doi:10.1177/0888439004266304
- Mao YR, Wu XQ, Zhao JL, et al. The Crucial Changes of Sit-to-Stand Phases in Subacute Stroke Survivors Identified by Movement Decomposition Analysis. *Frontiers in Neurology*. 2018;9:185. doi:10.3389/fneur.2018.00185
- Mong Y, Teo TW, & Ng SS. 5-repetition sit-to-stand test in subjects with chronic stroke: reliability and validity. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2010;91(3):407-413. doi:10.1016/j.apmr.2009.10.030
- Monger C, Carr JH, & Fowler V. Evaluation of a home-based exercise and training programme to improve sit-to-stand in patients with chronic stroke. *Clinical Rehabilitation*. 2002;16(4):361-367. doi:10.1191/0269215502cr506oa
- Nuzik S, Lamb R, VanSant A, et al. Sit-to-stand movement pattern. A kinematic study. *Physical Therapy*. 1986;66(11):1708-1713. doi:10.1093/ptj/66.11.1708
- Roy G, Nadeau S, Gravel D, et al. The effect of foot position and chair height on the asymmetry of vertical forces during sit-to-stand and stand-to-sit tasks in individuals with hemiparesis. *Clinical biomechanics*. 2006; 21(6):585-593. doi:10.1016/j.clinbiomech.2006.01.007
- Tung FL, Yang YR, Lee CC, et al. Balance outcomes after additional sit-to-stand training in subjects with stroke: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*. 2010;24(6):533-542. doi:10.1177/0269215509360751