

다양한 발위치와 시각적 피드백 유무에 따른 일어서기 훈련이 뇌졸중환자의 일어서기 동작 시 근수축개시시간과 균형능력에 미치는 영향

김수진¹ · 손호희^{2†}

¹이손요양병원, ²부산가톨릭대학교 보건과학대학 물리치료학과

The Effects of Sit-to-stand Training with Various Foot Positions Combined with Visual Feedback on Muscle Onset Time and Balance in Stroke Patients

Su-jin Kim, PT, MS.¹ · Ho-hee Son, PT, PhD.^{2†}

¹*Department of Physical Therapy, Eson Hospital Rehabilitation*

²*Department of Physical Therapy, College of Health Sciences, Catholic University of Pusan*

Received: March 23, 2022 / Revised: April 3, 2022 / Accepted: April 6, 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 study was to investigate the effects of sit-to-stand training with various foot positions combined with visual feedback on muscle onset time and balance in stroke patients.

Methods: Thirty stroke patients were randomly assigned into three standing groups: one with a symmetrical foot position (SSF; n = 10), one with an asymmetrical foot position with the affected foot at the rear (SAF; n = 10), and one with visual feedback and an asymmetrical foot position (SVAF; n = 10). Sit-to-stand training with different foot positions was performed for 30 minutes a day, 5 times a week, for a total of 4 weeks. The effects on muscle onset time and balance were assessed.

Results: In a comparison of the onset time of muscle contraction, the onset time of the affected side tibialis anterior and less-affected side gastrocnemius muscle and tibialis anterior was significantly shortened in the SVAF group. And onset time of the less-affected side tibialis anterior was shortened in the SAF group. There was a significant difference in the result of functional reach testing in the SVAF group.

Conclusion: VRG was effective in improving muscle activity and balance in elderly women aged 65 and older. In this study, sit-to-stand training with visual feedback and asymmetrical foot position showed significant functional improvement.

Key Words: Sit to stand, Stroke, Onset time, Balance, Visual feedback

†Corresponding Author : Ho-Hee Son (sonhh@cup.ac.kr)

I. 서론

일어서기(sit to stand) 동작은 일상생활에서 가장 빈번하게 사용하는 기능적 활동이며 독립적으로 살아가기 위해 중요한 동작이다. 그러나 뇌졸중으로 인해 근약화, 협조능력 저하 등의 운동 손상이 발생하면 환자는 걷거나 일어서는 데 어려움을 겪게 된다(de Sousa, 2019). 일어서기 동작을 수행하기 위해서는 적절한 균형, 관절가동범위, 근육수축능력, 독립적으로 일어서기 동작을 할 수 있는 것은 장애를 줄이기 위해 필수적이므로 반복적인 일어서기 훈련을 하게 되면 뇌졸중 환자의 독립성을 증진시킬 수 있다. 여러 연구에서 일어서기 동작의 집중적인 반복 훈련이 뇌졸중 환자의 기능을 증진시킨다고 보고되고 있다(French, 2010; de Sousa, 2019). 특히 뇌졸중 환자의 일어서기 중재의 효과에 대해 알아본 코크란 리뷰에서는 일어서기 훈련을 통해 일어서기 동작 시 걸리는 시간이 감소하고 마비측과 비마비측의 대칭성이 개선되며 독립적인 일어서기 동작을 할 수 있게 된다고 하였다(Pollock, 2014)

뇌졸중 환자는 다리의 신경근 협조 능력 저하로 인해 마비측의 근 동원 능력이 떨어져 비마비측에 비해 마비측 다리는 일어서기 동작을 수행할 만한 충분한 시간과 진폭을 동원하는 능력이 감소되어 있으며(Prudente, 2013) 일어서기 동작시 비대칭적인 체중부하 패턴을 나타낸다. 비대칭적인 체중부하 패턴을 개선하기 위해 임상에서는 마비측발의 위치를 변경하는 방법을 사용하는데, Brunt 등(2002)은 마비측 발을 비마비측에 비해 뒤쪽으로 이동하여 일어서기를 하게 되면 양측 다리의 비대칭성이 개선된다고 하였다. Roy 등(2006)도 비마비측 발을 뒤로 위치하는 것이 비대칭성에 영향을 주므로 일어서기 훈련 시 발의 위치를 고려하는 것은 임상에서 매우 중요하다고 강조하였다.

선행 연구에 의하면 뇌졸중 환자는 의자에서 일어나는 동작처럼 자세를 변경하는 활동을 하는 동안 낙상이 주로 발생하게 된다고 하였다(Nyberg & Gustafson, 1995). Cheng 등(1998)의 연구에서 뇌졸중 환자의 일어

서기 동작 시 건강한 대상자에 비해 시간이 오래 걸리게 되고 운동 실행 시작이 느리다고 하였다. 특히 건강한 성인은 일어서기 동작 시 앞정강근이 먼저 활성화되어 발의 안정성과 종아리의 회전력을 통해 체중을 앞으로 이동시키는 것을 돕기 때문에(Roebroek et al., 1994) 이와 비교한 뇌졸중 환자의 일어서기 동작 시 근 활성화의 패턴을 알아볼 필요가 있다.

최근에는 뇌졸중 환자의 운동 중재 시, 특정 동작의 반복적이고 집중적인 훈련, 능동적인 참여와 동기부여를 주는 중재, 시각적 피드백, 청각적 피드백 등을 다양하게 활용하고 있다. 그 중 시각적 피드백은 뇌졸중 환자의 손상된 고유수용성감각정보를 증진시켜 운동학습에 도움이 된다고 보고되고 있다(Sackley et al., 1997) 이전 연구들에서, 감각적 피드백을 제공하게 되면 환자의 능동적인 참여를 이끌어내고 인지, 집중력, 운동학습능력에 효과가 있다고 밝혀져 있다(Yen et al., 2011).

이에 본 연구에서는 시각적 피드백을 결합한 발의 결합한 발의 위치에 따른 앉았다 일어서기 훈련이 근수축 개시시간에 미치는 영향을 알아보아 뇌졸중 환자의 일어서기시에 필요한 정보를 제공하고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

연구의 대상자들은 뇌졸중으로 진단받아 울산 소재 E 요양병원에 입원해 있는 환자를 대상으로 실시하였다. 2018년 04월 19일부터 2018년 5월 03일까지 6명을 대상으로 예비실험을 2주간 진행한 후 2018년 07월 14일부터 2018년 8월 14일까지 30명을 대상으로 본 실험을 4주간 진행하였다. 본 연구의 취지를 이해하고 자발적인 참여에 동의하여, 중추신경계발달치료, 기능적 재활 훈련, 기능적 전기 자극 치료를 받고 있는 환자 30명을 대상으로 실시하였다.

이 연구는 C 대학교 생명윤리심의위원회의 승인을

받아 진행하였다(CUPIRB-2018-030).

본 연구 대상자의 선정 기준은 다음과 같다.

- 가. 발병 한지 6개월 이상 된 뇌졸중 환자
 - 나. 한국판 간이 정신상태 검사 점수가 18점 이상으로 의사소통과 과제 이해가 가능한 환자
 - 다. 독립적으로 또는 보행 보조도구를 사용하여 일어서기 동작이 가능한 자
- 본 연구 대상자의 제외 기준은 다음과 같다.
- 가. 실험에 영향을 줄 수 있는 정형외과적 질환의 병력이 있는 자
 - 나. 소뇌와 시각 영역의 손상 및 편측무시가 있는 자
 - 다. 마비측 발바닥 굽힘근의 구축으로 앉았을 때 뒤꿈치가 닿지 않는 자

2. 측정 방법 및 도구

1) 근 수축 개시시간 (Onset time of muscle contraction)

근육의 근전도 신호를 측정하기 위하여 표면근전도(LXM5308, LAXTHA, Korea)장비를 사용하였다. 근전도 신호의 표본추출률(sampling rate)은 1,024Hz로 설정하고, 대역통과(band-pass) 필터는 20~450Hz, 노치(notch) 필터는 60Hz로 처리하여 필터링하였다. 대상자들은 전극을 부착하기 전에 피부저항을 줄이기 위해 면도기로 털을 부분 면도하고, 알코올로 각질을 제거한 후 전극을 부착하였다. 근전도 측정은 “준비, 시작”이라는 지시에 맞춰서 이후 5초 후 근전도 기계와 연결된 노트북에서 개시음이 들리면 일어서기 동작을 실시하고, 이를 3회 실시한 값에 평균을 내어 분석에 사용하였다. 개시시점의 측정은 안정된 상태의 5초간 앉아 있을 때에 근전도 기준선과 표준편차를 측정하였고, 근육 활동이 표준편차의 2배 범위를 넘어서 25ms 이상 지속되었을 때 근육 수축이 시작이 된 것으로 정의하였다. 근육 부착 부위는 양측 다리의 넓다리곧은근(rectus femoris), 넓다리두갈래근(biceps femoris), 앞정강근(tibialis anterior), 안쪽장딴지근(medial gastrocnemius)이다(Cheng et al., 2004).

2) 기능적 팔 뻗기 검사 (Functional reach test; FRT)

기능적 팔 뻗기 검사는 뇌졸중 환자의 균형 능력을 측정하는데 널리 사용되고 있다. 편안하게 선 자세로 기저면의 변화를 일으키기 않는 한계 내에서 팔을 수평으로 뻗어 최대한 닿을 수 있는 거리를 측정하는 것으로, 측정된 거리가 짧을수록 대상자의 균형능력이 감소됨을 의미한다(Duncan et al., 1990). 3회 측정하여 평균값을 사용하였으며 측정은 5년 이상의 경력이 있는 물리치료사 1인이 실시하였다.

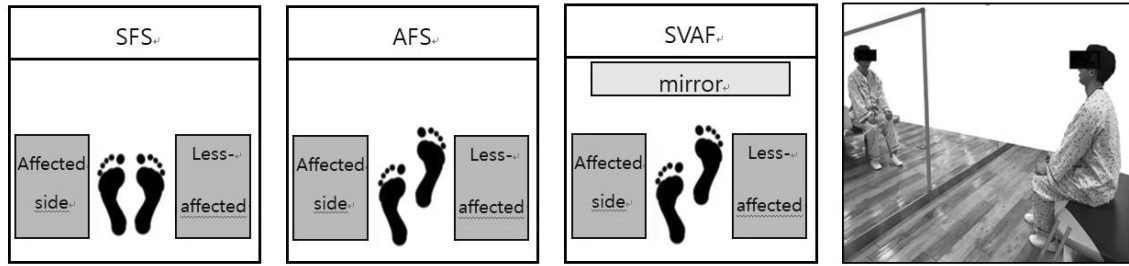
3. 연구 절차

치료사의 지시내용을 이해하고 따를 수 있으며 본 연구에 참여를 동의한 30명의 환자들을 무작위로 3 그룹으로 나누어 일어서기 훈련을 실시하였다. 5년 이상 경력의 중추신경계발달 전문물리치료사 6명이 참여하여 대상자들을 1일 30분, 주5회, 4주간 걸쳐서 훈련을 실시하였다. 각기 다른 3가지의 방법으로 시행하였으며 훈련 후에는 휴식시간을 가졌다. 중재 시작 전 일어서기 동작 시 양측 다리의 근수축 개시시간과 기능적 팔뻗기 검사를 실시하였으며 4주간의 중재 후 동일한 검사자에 의해 재측정하였다.

4. 중재 방법

비대칭적인 발의 위치에 따른 앉았다 일어서기 훈련은 Gray와 Culham(2014)의 연구에서 수행한 방법을 인용하여 실시하였다. 시각적 피드백을 이용하여 비대칭적인 발의 위치에 따른 앉았다 일어서기 훈련은 Ji 등(2011)의 방법을 인용하여 실시하였다. 대상자들은 총 3가지의 환경에서 1일 30분간 실시하였다.

먼저, 대칭적인 발위치에서의 앉았다 일어서기 그룹(Sit to stand with symmetrical foot position; SSF)은 양발을 15도 발등굽힘하여 바닥에 위치하고 넓적다리의 절반정도가 매트와 지면에 닿게 수행하였다. 이때 시선처리는 전방의 앞을 쳐다보게 하고, 두 발의 사이는 15~20cm내로 위치하여 환자가 편안하게 느끼는



SSF: Sit to stand with symmetrical foot position, SAF: Sit to stand with asymmetrical foot position, SVAF: Sit to stand with visual feedback and asymmetrical foot position

Fig. 1. intervention methods.

속도로 일어서기를 수행하였다. 비대칭적인 발 위치에서의 앉았다 일어서기 훈련그룹(Sit to stand with asymmetrical foot position; SAF)은 마비측 발을 15도 발등굽힘하여 환자 발 길이의 1/2에 해당하는 거리만큼 비마비측 발 뒤에 위치하여 동일하게 시행하였다. 시각적 피드백을 이용한 비대칭적인 발 위치에서의 앉았다 일어서기 훈련그룹(Sit to stand with visual feedback and asymmetrical foot position; SVAF)은 동일한 자세에서 전신거울을 앞에 두고 시선처리는 전방의 앞을 쳐다보게 하여 편안한 속도로 앉았다 일어서기 훈련을 시행하였다(Figure 1).

5. 자료 분석

측정된 변수들은IBM SPSS Statistics 24.0을 이용하

여 통계처리 하였고, Kolmogorov-Smirnov 검정을 통하여 정규성을 확인하였다. 집단간 비교를 위하여 일원배치 분산분석(One-way ANOVA)을 이용하였고 집단 내의 전·후 차이값을 비교하기 위해서는 대응표본 t 검정(Paired t test)을 이용하였다. 통계학적 유의수준 (α)은 0.05 이하로 설정하였다.

III. 연구 결과

1. 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구의 대상자는 뇌졸중 환자 30명으로 대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1).

Variables	SSF (n=10)	SAF (n=10)	SVAF (n=10)	F (X ²)	p
Sex (Male/Female)	5 / 5	5 / 5	3 / 7	0.50	0.60
Type of stroke (Inf./Hemo.)	8 / 2	7 / 3	7 / 3	0.15	0.85
Onset (months)	19.90±9.00	20.30±9.12	20.70±8.64	0.18	0.98
Paretic side (Lt./Rt.)	5 / 5	8 / 2	5 / 5	1.22	0.30
Age (years)	69.50±11.25	74.10±6.77	73.50±8.04	0.71	0.50
Height (cm)	160.67±7.01	161.46±7.24	162.11±3.37	0.12	0.88
Body weight (kg)	60.09±12.94	60.43±9.33	64.06±9.81	0.37	0.69
MMSE-K (pt)	19.40±5.27	19.70±5.45	21.40±4.54	0.40	0.67

Mean±SD, Inf. : Infarction / Hemo. : Hemorrhage, MMSE-K: Mini Mental State Examination-Korean version, SSF: Sit to stand with symmetrical foot position, SAF: Sit to stand with asymmetrical foot position, VAFS: Sit to stand with visual feedback and asymmetrical foot position

Table 2. Onset time of tibialis anterior, gastrocnemius, rectus femoris biceps femoris muscle on affected and non-affected side during sit to stand (N=30)

muscle		SSF (n=10)		SAF (n=10)		SVAF (n=10)	
		nonaffected	affected	nonaffected	affected	nonaffected	affected
TA	pre	0.06±0.04	0.04±0.01	0.20±0.12	0.08±0.03	0.16±0.07	0.14±0.07
	post	0.08±0.04	0.03±0.01	0.08±0.03*	0.03±0.01	0.09±0.04*	0.04±0.01*
GC	pre	0.12±0.04	0.05±0.08	0.01±0.00	0.03±0.02	0.16±0.07	0.09±0.14
	post	0.08±0.01	0.09±0.11	0.11±0.05	0.06±0.08	0.06±0.04*	0.05±0.11
RF	pre	0.03±0.01	0.03±0.01	0.05±0.01	0.05±0.01	0.06±0.05	0.06±0.01
	post	0.03±0.05	0.18±0.10	0.06±0.02	0.04±0.01	0.03±0.00	0.08±0.02
BF	pre	0.03±0.01	0.07±0.03	0.07±0.01	0.10±0.08	0.06±0.04	0.10±0.04
	post	0.05±0.01	0.17±0.07	0.10±0.03	0.09±0.03	0.13±0.05	0.07±0.05

unit; second, Mean±SD, SSF: Sit to stand with symmetrical foot position, SAF: Sit to stand with asymmetrical foot position, VAFS: Sit to stand with visual feedback and asymmetrical foot position, * : p<0.05 between TA muscle in nonaffected side of SAF group; p<0.05 between TA muscle in nonaffected side of SVAF group; p<0.05 between TA muscle in affected side of SVAF group; p<0.05 between GC muscle in nonaffected side of SVAF group;

2. 일어서기 동안의 근 수축 개시시간

일어서기 동안의 근 수축 개시시간은 비마비측 앞 정강근의 전·후 비교 시 마비측 발을 뒤로 한 일어서기 그룹에서는 0.20±0.12초에서 0.08±0.03초로, 시각적 피드백을 이용한 마비측 발을 뒤로 한 일어서기 그룹에서는 0.16±0.07초에서 0.09±0.04초로 개시시간이 유의하게 빨라졌다(p<0.05). 마비측 앞정강근은 시각적 피드백을 이용한 마비측 발을 뒤로 한 일어서기 그룹에서 0.14±0.07초에서 0.04±0.01초로 개시시간이 유의하게 빨라졌다(p<0.05). 비마비측 장딴지근은 시각적 피드백을 이용한 마비측 발을 뒤로 한 일어서기 그룹에서 훈련 전후 0.16±0.07초에서 0.06±0.04초로 개시시간이 유의하게 빨라졌다(p<0.05)

집단 간 전·후 개시시간 비교 시 모든 그룹에서 유의한 차이가 없었다(p>0.05)(Table 2).

3. 기능적 팔 뻗기 검사

기능적 팔 뻗기 검사를 실시하였을 때 마비측 발을 뒤로 한 일어서기 그룹에서 10.19±3.39cm에서 12.16±3.65cm로 중재 후에 유의하게 증가되어 균형능력이 향상되었다(p<0.05). 시각적 피드백을 이용한 마비측 발을 뒤로 한 일어서기 그룹에서는 8.98±3.47cm에서 13.17±5.14cm로 중재 후에 유의하게 증가되어 균형능력이 향상되었다(p<0.05). 집단 간 전·후 비교시에는 유의한 차이가 없었다(p>0.05)(Table 3).

Table 3. Functional reach test between the pre and post (N=30)

	SSF (n=10)	SAF (n=10)	SVAF (n=10)	F	p
pre	8.00±5.02	10.19±3.39	8.98±3.47	0.73	0.48
post	8.41±5.05	12.16±3.65	13.17±5.14	2.88	0.07
t	-1.58	-3.83	-4.23		
p	0.14	0.01*	0.00*		

unit; cm, Mean±SD, SSF: Sit to stand with symmetrical foot position, SAF: Sit to stand with asymmetrical foot position, VAFS: Sit to stand with visual feedback and asymmetrical foot position, *: significant difference between pre and post (p<0.05)

IV. 고 찰

뇌졸중이 발병하게 되면 신체의 한쪽면이 마비되는 증상으로 인해 비정상적인 근 수축 타이밍, 신체의 비대칭, 균형 장애가 발생한다(Newsam & Baker, 2004). 이러한 문제는 신체의 중심점을 비마비측으로 옮기고 자세조절의 어려움으로 인해 마비측으로의 체중이동을 어렵게 하여, 보행 시 비대칭적으로 체중을 지지하게 한다(Thielman et al., 2008). 따라서 본 연구는 뇌졸중 환자에게 양측 발의 위치를 동일하게 한 일어서기, 마비측 발을 뒤로 한 일어서기, 시각적 피드백을 결합하여 마비측 발을 뒤로 한 일어서기 훈련을 총 4주간 실시하여 근 수축 개시시간, 균형능력에 미치는 영향에 대해 알아보았다. 일어서고 앉기의 조절을 위해서는 엉덩관절 굽힘근과 펴근, 무릎관절 펴근, 발목관절 발등굽힘근과 발바닥 굽힘근의 구심성 수축과 원심성 수축이 요구되며, 본 연구에서는 4주간의 집중적인 앉았다 일어서기 훈련의 중재 전 후의 효과를 비교하기 위해서 양측 다리의 넓다리 곧은근(rectus femoris), 넓다리두갈래근(biceps femoris), 앞정강근(tibialis anterior), 안쪽 장딴지근(medial gastrocnemius)의 근수축개시시간을 측정하였다.

연구 결과, 시각적 피드백을 결합하여 마비측 발을 뒤로 한 일어서기 그룹에서 마비측의 앞정강근에서 개시시간이 유의하게 빨라졌다($p<0.05$). 최근 선행 연구를 보면 Cheng 등(2004)은 건강한 사람 20명, 낙상을 경험한 뇌졸중 환자 30명, 낙상을 경험하지 않은 뇌졸중 환자 40명을 대상으로 앞정강근, 가자미근, 넓다리 네갈래근, 뒤넓다리근에 부착하여 일어서기 동안 근 활성 패턴을 알아보았다. 그 결과 낙상을 경험한 뇌졸중 환자에서 마비측 하지의 앞정강근의 개시시간이 지연되었다. Prudente 등(2013)에 의하면 뇌졸중환자는 앉았다 일어서기를 할 때 적절한 타이밍의 근 동원 능력이 손상되어 있어 마비측에 비해 비마비측의 hamstring이 조기 수축한다고 하였으며 본 연구에서도 훈련전 모든 그룹에서 비마비측의 넓다리두갈래근이 마비측에 비해 조기에 수축하였다. 비록 본 연구에서

중재 전후 앉았다 일어서기 동작시 근 수축 개시시간의 변화가 거의 나타나지 않았으나, 앞정강근의 개시시간은 시각적 피드백을 결합하여 마비측 발을 뒤로 한 일어서기 그룹의 마비측과 비마비측에서, 마비측 발을 뒤로 한 일어서기 그룹의 비마비측에서 유의하게 빨라졌다.

Ehrsson 등(2004)은 거울을 이용한 시각적 피드백이 뇌졸중 환자의 운동기능에 도움을 수 있는 인지 기법임을 제시하였다. 특히 거울을 이용한 중재 방법은 거울에 반영된 비마비측 사지의 움직임이 마치 마비측 사지가 움직임인 것처럼 시각적 피드백을 제공하여 기능을 증진시키는 방법으로(Stevens & Stoykov, 2003) 뇌졸중 재활에 있어서 효과적이다. Lee 등(2014)은 뇌졸중 환자 16명을 두 그룹으로 나누어 일어서기 영상을 보여준 후 일어서기를 실시한 실험군과 정적인 자연 풍경을 보여준 뒤 일어서기를 실시한 대조군으로 분류하였다. 그 결과 실험군에서 넓다리곧은근과 장딴지근은 중재 후에 개시시간이 유의하게 빨라졌다($p<0.05$). 이 연구에서 제시한 동작관찰 훈련법은 거울신경세포시스템에 근거한 중재 방법(mirror neuron system)이다(Johansson, 2011). 거울신경시스템은 모방 행동에 중요하며 다른 사람의 동작을 관찰할 때 활성화된다. 모방 행동은 관찰자가 동작을 부호화한 시각적 피드백이 전환을 통해 학습 기능에 동원된다(Kohler et al., 2002). 이렇듯 운동기능의 회복을 촉진시켜 신경 가소성을 향상시키기 위해서는 충분한 운동치료와 함께 청각, 시각, 촉각, 고유수용성 정보들을 이용하는 것이 도움이 된다(Kwakkel et al., 2004). 동작관찰 훈련과 비슷한 맥락으로 본 연구에서는 거울을 이용해 시각적 피드백을 사용하여 마비측 발을 뒤로 한 일어서기를 실시하였는데, 마비측 앞정강근에서 개시시간이 유의하게 빨라졌다($p<0.05$). 즉, 시각적 피드백 훈련은 운동 과제를 수행하면서 자율적 수정을 반복하며 운동 조절 능력이 계속해서 자극된다(Carey et al., 2004). 따라서 시각적 피드백을 이용한 훈련이 운동 조절 능력을 촉진시켜서 근 수축 개시시간에 긍정적인 영향을 미친 것으로 사료된다.

또한, 근 수축 개시시간에서 시각적 피드백을 결합하여 마비측 발을 뒤로 한 일어서기 그룹에서 비마비측에서도 앞정강근, 장딴지근의 개시시간이 유의하게 빨라졌다($p<0.05$). 마비측 발을 뒤로 한 일어서기 그룹에서는 비마비측의 앞정강근 개시시간이 유의하게 빨라졌다($p<0.05$). 즉 마비측뿐만 아니라 비마비측에서도 움직임시에 개시시간의 지연이 나타났다. 이는 비정상적인 지연으로 걸질척수로의 동측으로 내려가는 가쪽 걸질척수로의 손상때문에(Muellbacher et al., 1999) 비마비측에서 지연이 나타난 것으로 사료된다. 따라서 일어서기 시에 하지에서는 고정된 분절로써 양측 하지로 체중을 지지하는 동작에 속하므로, 비마비측도 근 활성화가 촉진되어 근 수축 개시시간에 긍정적인 영향을 미친 것으로 사료된다.

연구 결과 균형 능력을 기능적 팔 뻗기 검사로 비교하였는데, 중재 전·후 마비측 발을 뒤로 한 일어서기 훈련을 한 두 그룹에서 균형 능력의 향상이 있었다($p<0.05$). Ji 등(2011)은 뇌졸중 환자 26명을 대상으로 13명은 거울앞에서 운동을 실시하고, 13명은 거울이 없는 상황에서 운동을 실시하였다. 그 결과 두 그룹 모두 전·후 균형능력이 향상되었다. 정상인 체성감각의 부재 시 시각적 피드백은 아래 마루엽으로부터 운동피질로의 정보 흐름을 회복시켜, 운동피질에서 재출력된 운동 프로그램이 사지의 움직임을 촉진시킨다. Lehmann 등(1990)은 뇌졸중 환자에게 시각적 피드백을 이용해서 균형훈련을 실시하는 것이 신뢰성있고 효과적인 중재방법이라고 제시하였다. 따라서 기존의 연구들과 동일하게 시각적 피드백에 다양한 운동치료를 결합시킨 것이 효과적이라는 결과와 본 연구가 일치한다.

지금까지 뇌졸중 환자의 일어서기동작과 훈련에 관한 근활성도 및 균형과 관련된 연구는 많이 있었으나 근수축 개시시간을 알아본 연구는 드물었다. 이 연구를 통해 시각적 피드백과 마비측 발의 위치를 뒤로 한 일어서기 훈련 시, 마비측과 비마비측 다리의 앞정강근 개시시간이 유의하게 빨라짐을 확인하였다. 일어서기 동작시 앞정강근의 조기 수축은 발목과 종

아리의 안정성을 제공하여 뇌졸중 환자의 이동 시 낙상의 위험을 줄일 수 있을 것이라 생각된다. 다만 연구의 사례수가 적었기 때문에 모든 뇌병변 환자들에게 일반화하여 적용하기 어렵다는 제한점이 있었다. 따라서 향후에는 좀 더 많은 대상자들로 하여금 체계적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

V. 결론

본 연구에서는 만성기 뇌졸중 환자들을 대상으로 4주동안의 집중적인 앉았다 일어서기 훈련을 실시하였으며 마비측 하지의 체중부하를 위해 많이 실시하는 방법인 마비측 발을 뒤로 한 일어서기에 시각적 피드백을 추가하였고 짧은 기간동안 의미있는 기능적 향상이 관찰되었다. 양측 발을 동일하게 한 일어서기 훈련보다는 시각적 피드백을 결합하여 마비측 발을 뒤로 한 일어서기 그룹에서 전반적인 기능향상을 보였다. 따라서 추후에는 뇌졸중 환자의 중재 프로그램 설계 시 효율적인 근 수축 개시시간, 균형 능력 향상을 위해서는 시각적인 감각 자극도 결합된 훈련이 필요하다고 사료된다.

Acknowledgements

이 논문은 2021년도 부산가톨릭대학교 교내연구비에 의하여 연구되었음.

References

de Sousa DG, Harvey LA, Dorsch S, et al. Two weeks of intensive sit-to-stand training in addition to usual care improves sit-to-stand ability in people who are unable to stand up independently after stroke: a randomised trial. *Journal of Physiotherapy*.

- 2019;65(3):152-158.
- French B, Thomas L, Leathley M, et al. Does repetitive task training improve functional activity after stroke? A Cochrane systematic review and meta-analysis. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 2010;42(1):9-14.
- Pollock A, Gray C, Culham E, Durward BR, Langhorne P. Interventions for improving sit-to-stand ability following stroke. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2014;2014(5):CD007232.
- Prudente C, Rodrigues-de-Paula F, Faria CD. Lower limb muscle activation during the sit-to-stand task in subjects who have had a stroke. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2013;92(8):666-675.
- Brunt D, Greenberg B, Wankadia S, Trimble MA, Shechtman O. 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.
- Roy G, Nadeau S, Gravel D, Malouin F, McFadyen BJ, Pottie F. 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 (Bristol, Avon)*. 2006;21(6):585-593.
- Nyberg L, Gustafson Y. Patient falls in stroke rehabilitation. A challenge to rehabilitation strategies. *Stroke*. 1995;26(5):838-842.
- Cheng PT, Chen CL, Wang CM, Hong WH. Leg muscle activation patterns of sit-to-stand movement in stroke patients. *American Journal of Physical medicine & Rehabilitation*. 2004;83(1):10-16.
- Roebroeck ME, Doorenbosch CA, Harlaar J, Jacobs R, Lankhorst GJ. Biomechanics and muscular activity during sit-to-stand transfer. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*. 1994;9(4):235-244.
- Sackley CM, Lincoln NB. Single blind randomized controlled trial of visual feedback after stroke: effects on stance symmetry and function. *Disability and Rehabilitation*. 1997;19(12):536-546.
- Yen CY, Lin KH, Hu MH, Wu RM, Lu TW, Lin CH. Effects of virtual reality-augmented balance training on sensory organization and attentional demand for postural control in people with Parkinson disease: a randomized controlled trial. *Physical Therapy*. 2011;91(6):862-874.
- Duncan PW, Weiner DK, Chandler J, Studenski S. Functional reach: a new clinical measure of balance. *Journal of Gerontology*. 1990;45(6):M192-M197.
- Gray CK, Culham E. Sit-to-Stand in People with Stroke: Effect of Lower Limb Constraint-Induced Movement Strategies. *Stroke Research and Treatment*. 2014; 2014:683681.
- Ji S, Nam G, Kim M, et al. The Effect of Visual Feedback Training Using a Mirror on the Balance in Hemiplegic Patients. *Journal of Korean Society of Physical Medicine*. 2011;6(2):153-63.
- Newsam CJ, Baker LL. Effect of an electric stimulation facilitation program on quadriceps motor unit recruitment after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2004;85(12):2040-2045.
- Thielman G, Kaminski T, Gentile AM. Rehabilitation of reaching after stroke: comparing 2 training protocols utilizing trunk restraint. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2008;22(6):697-705.
- Ehrsson HH, Spence C, Passingham RE. That's my hand! Activity in premotor cortex reflects feeling of ownership of a limb. *Science*. 2004;305(5685):875-877.
- Stevens JA, Stoykov ME. Using motor imagery in the rehabilitation of hemiparesis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2003;84(7):1090-1092.
- Yi MY, Shin WS, Kim KH, Youn HJ. The Effects of Action Observational Training on Muscle Onset Time and Asymmetry to Stand Up in with Stroke Patients. *PNF*

- & *Movement*. 2014;12(1),19-25.
- Johansson BB. Current trends in stroke rehabilitation. A review with focus on brain plasticity. *Acta neurologica Scandinavica*. 2011;123(3):147-159.
- Kohler E, Keysers C, Umiltà MA, Fogassi L, Gallese V, Rizzolatti G. Hearing sounds, understanding actions: action representation in mirror neurons. *Science*. 2002;297(5582):846-848.
- Kwakkel G, van Peppen R, Wagenaar RC, et al. Effects of augmented exercise therapy time after stroke: a meta-analysis. *Stroke*. 2004;35(11):2529-2539.
- Carey JR, Anderson KM, Kimberley TJ, Lewis SM, Auerbach EJ, Ugurbil K. fMRI analysis of ankle movement tracking training in subject with stroke. *Experimental Brain Research*. 2004;154(3):281-290.
- Muellbacher W, Artner C, Mamoli B. The role of the intact hemisphere in recovery of midline muscles after recent monohemispheric stroke. *Journal of Neurology*. 1999;246(4):250-256.
- Lehmann JF, Boswell S, Price R, et al. Quantitative evaluation of sway as an indicator of functional balance in post-traumatic brain injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1990;71(12):955-962.