

뇌졸중 환자의 과제지향적 일어서기 시 신체압력중심과 지면반발력 특성

임유정 · 김중휘[†]

대구가톨릭대학교 대학원 물리치료학과, ¹대구가톨릭대학교 물리치료학과

Center of Pressure and Ground Reaction Force Analysis of Task-oriented Sit-to-stand in Stroke Patients

Yoo-Jung Lim, PT, MS · Joong-Hwi Kim, PT, PhD[†]

Department of Physical Therapy, Graduate School, Daegu Catholic University

¹Department of Physical Therapy, Daegu Catholic University

Received: September 27 2022 / Revised: September 28 2022 / Accepted: October 17 2022

© 2022 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study examined the center of pressure (COP) and ground reaction force (GRF) characteristics during each task-oriented sit-to-stand in stroke patients.

METHODS: Twenty stroke subjects were included in this study. The task consisted of sit-to-stand (SS), sit-to-stand for reaching (SR), and sit-to-stand for walking (SW). The response time, COP, and GRF were measured during each task. The COP and GRF data were obtained using a two-force plate. The force plates were placed on a chair (below the buttock) and floor (below the feet).

RESULTS: Significant differences were observed between SS ($1.48 \pm .48$ s) and SR (2.09 ± 0.82 s) and between SS and SW ($2.27 \pm .72$ s) in the preparatory phase time during each

sit-to-stand exercise ($p = .002$) and showed significant differences between SS (13.90 ± 6.44 cm) and SW (34.62 ± 39.38 cm) and between SR (16.14 ± 8.04 cm) and SW in the mediolateral COP range during each sit-to-stand exercise ($p = .013$).

CONCLUSION: These findings suggest that more complex task-oriented sit-to-stand exercise requires a high-level motor programming process than a simple sit-to-stand task. Therefore, a variety of tasks-oriented sit-to-stand exercises will be useful training to achieve better ADL ability for stroke patients.

Key Words: COP, GRF, Sit-to-stand, Stroke, Task

I. 서론

뇌졸중이란 뇌혈관의 허혈성 또는 출혈성 원인으로 대뇌 기능이 소실되어 다양한 증상이 동반되는 질환이다[1]. 이로 인하여, 편마비가 발생하고 균형 및 자세조절에 어려움을 가지며 비대칭적인 자세, 비정상적인 신체균형, 체중이동 능력 감소를 초래하여 보행과 같은

[†]Corresponding Author : Joong-Hwi Kim

charmpt@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-7703-2575>

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.

기능적 활동이 감소되어 수의적인 운동수행 능력의 장애와 일상생활의 어려움이 발생한다[2].

일상생활 동작 중 일어서기(sit-to-stand)는 하루 중 빈번히 실시하는 동작으로써 질량 중심을 낮은 자세에서 높은 자세로 옮겨가는 과정이다[3]. 특히, 한 자세에서 다른 자세로 옮기기(transfer), 걷기(walking), 돌기(turning), 계단 오르기(stair climbing)와 같은 동작들은 선 자세를 유지할 수 있어야만 가능하기 때문에 일어서기 동작은 다른 행동의 가장 기본적인 전제조건이라 할 수 있다[4]. 그러므로 일어서기는 편마비 환자의 독립적인 생활 유지를 위한 필수 요소라 할 수 있다[5]. 일어서기 동작은 모든 동작의 과도기적인 동작으로, 다리 펴으로써 무게중심이 안정된 위치에서 불안정한 위치로 이동하게 된다. 뇌졸중으로 인한 편마비 환자 및 허약한 노인의 경우 이러한 전환동작 수행 시 낙상의 위험에 노출된다고 보고된다[6].

일어서기 동작의 구성은 몸통의 굽힘, 몸통의 상승 후 제자리서기로 동작이 완료된다[7]. Schenkman 등[8]은 정상인의 일어서기 동작을 네 구간으로 나누어 분석하였는데, 첫 번째 굽힘 모멘트 구간은 움직임이 시작되는 구간으로 몸통과 골반이 앞으로 회전되고, 두 번째 모멘트 구간은 엉덩이가 의자로부터 떨어지는 구간이며 이때 몸통이 앞으로 움직이며 몸 전체가 수직과 전측 방향으로 움직인다고 하였다. 세 번째 펴 구간은 발목이 최대 발등 굽힘되고 엉덩관절의 펴이 완성될 때 이 구간이 완성되며, 네 번째 안정화구간은 일어서기 동작 후 자세를 안정화하는 구간이다. 특히 두번째 구간에서 엉덩이 떼기는 엉덩관절 펴근을 이용하여 굽힘 모멘트를 조절하면서 넓은 지지면에서 좁은 지지면으로 신체압력중심을 이동시키는 시기로서, 이 때는 신체 평형을 유지하지 위한 균형 전략이 요구된다[9].

기존의 선행연구에서는 편마비 환자가 건강한 사람에 비해 일어서기 동작을 수행하는데 시간이 더 오래 걸렸고, 양 하지에 걸리는 힘도 크게 차이 났으며, 내, 외측 압력중심의 이동범위 또한 크게 차이가 났음을 보여주었다[10]. 또한 편마비 환자는 일어서기 과정의 수행동안 운동조절을 위해 체간 근육을 이용하여 자세를 조절하게 되는데[11], 이때 신체의 중심을 견축으로

이동하여 환측 하지의 움직임 제한과 근력약화를 보상한다고 하였다[12]. 이러한 보상전략은 뇌졸중 환자들이 신체 움직임을 조절하는데 비효율적으로 관절의 변화가 나타나게 하고 높은 에너지 소비를 유발하여 운동 조절을 더 어렵게 만든다[12].

이처럼 일어서기 동작은 뇌졸중 환자의 일상생활 동작에서 매우 중요하며, 또한 충분한 자세조절 능력이 요구되므로 잘 수행하기 어려운 과제이기도 하다. 하지만 대부분의 일어서기 훈련은 일어서기와 잡기(grasping), 걷기(walking) 등의 과제를 분리하여 훈련하며, 연구 또한 주로 뇌졸중 환자의 일반적인 일어서기 시 운동학적 특성에 초점을 맞추고 있거나, 단순히 일어서기 과정에만 초점을 두는 경우가 많다. 하지만 일어서기는 앞서 말한 것과 같이 다양한 일상생활 동작을 수행하기 위한 전제조건이며 실제 생활에서 다양한 목적을 가지는 동작이다. 따라서 본 연구는 뇌졸중 환자에게 단순 일어서기와 물체를 잡기위한 일어서기, 보행을 위한 일어서기의 3가지 과제를 주었을 때, 일어서기 과정 동안의 자세조절에 어떠한 차이가 있는지를 신체압력중심의 변화와 수직 지면반발력 변화를 통해 알아봄으로써 일어서기 시 과제 목적이 일어서기 과정에 어떠한 영향을 미치 지에 대하여 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상 및 기간

본 연구는 대구시 소재 C병원에서 뇌혈관 병변으로 치료를 받고 있는 환자 20명을 대상으로 실시하였다. 대상자 선정기준은 다음과 같다. 뇌졸중으로 진단받은 지 6개월 이상, 2년 이하인 자, 뇌졸중 외에 다른 신경학적, 정형외과적, 심혈관계의 문제가 없는 자, 보행 보조 도구를 사용하지 않고 3 m 이상 보행 가능한 자, 독립적으로 앉은 자세에서 일어서기 수행이 가능한 자, 엉덩관절 굽힘-펴기 시 MAS에서 2점 이하인 자, MMSE-K에서 24점 이상으로 인지적 결함이 없는 자[13]. 모든 대상자들은 실험과정에 대해 충분한 설명을 듣고 실험

Table 1. General characteristics of the subjects (n = 20)

Variable	(n = 20)
Gender (male/female)	12/8
Type of stroke (infarction/ hemorrhage)	12/8
Paretic side (Rt/Lt)	7/13
Age (year)	62.55 ± 4.03
Height (cm)	167.75 ± 3.58
Weight (kg)	61.88 ± 3.55
Time since onset (month)	23.52 ± 6.13

Values are presented as the mean ± standard deviation.

참여에 자발적으로 동의를 하였으며, 대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1).

2. 실험절차

연구 대상자들은 모든 과제에서 각자의 종아리뼈 머리 높이에 맞춘 보바스 테이블 위에 놓인 힘판 위에 엉덩이를 대어 앉고, 바닥에 놓인 또 다른 힘판 위에 양 발을 올린 자세에서 과제를 수행하였다. 발 사이 거리는 대상자의 발 길이 2/3정도가 되도록 유지하고 의자에 대퇴부의 중간 정도까지 닿도록 하였다[14]. 무릎은 100~105도 굽힘, 발목관절은 10도 발등 굽힘 되도록 하였다. 발을 어깨 너비만큼 벌리고 발끝을 평행하게 전방으로 향하도록 위치시키고 두 무릎을 평행하게 유지하였다[15]. 대상자의 팔은 과제 수행 전, 자신의 몸 옆에 편안히 늘어뜨려 놓게 하였다[16](Fig. 1).

연구 대상자들은 연구목적에 대한 정보는 알지 못한 채로 연구자의 신호에 따라 일어서기(sit to stand; SS),

연구자가 대상자에게 “앞에 놓여 있는 컵을 잡으세요.”라는 지시에 따라 일어서기(sit to stand for reaching; SR), 그리고 “걸어가세요.”라는 지시에 따라 일어서기(sit to stand for walking; SW)라는 3가지 과제를 수행하였다. SS과제는 연구자의 “일어나세요”라는 지시에 맞춰 대상자가 자리에서 일어난 후 3초 동안 자세를 유지한다 [16]. SR과제는 연구자의 “앞에 보이는 컵을 잡으세요.”라는 지시에 맞춰 대상자가 테이블 위에 놓인 컵을 비마비측 손으로 잡고 3초간 자세를 유지한다. 이때 컵의 위치는 대상자가 앉아있는 의자에서 대상자의 팔 길이 만큼 떨어진 위치, 그리고 대상자가 선 자세 시 어깨높이와 같은 높이의 테이블 위에 위치시킨다[17][18]. SW과제는 연구자의 “저기까지 걸어가세요.”라는 지시에 맞춰 대상자가 앉아있던 의자에서 일어나 전방으로 3 m 떨어진 위치까지 걸어가도록 한다. 이 때, 시선은 전방을 향한다[13][16].

3. 측정도구

1) 압력중심 측정도구

본 연구에서는 각 목적에 따른 일어서기 과제 수행 시 수직지면반발력, 압력중심의 이동 경로 변화 등을 측정하기 위하여 2개의 힘판(AMTI,Newton,MA,USA)을 사용하였다. A/D 카드(DT3002, DataTranslation, Marlboro, MA, USA)를 이용하여 힘판의 데이터를 수집하였고 샘플링 주파수는 100 Hz로 설정하였고, 힘판으로부터 생성된 아날로그 데이터는 A/D 컨버터(VSAD-102-3C)에 의해 디지털로 변환하여 사용하였다. 측정된 데이터는 Bio analysis 프로그램을 통해 지면

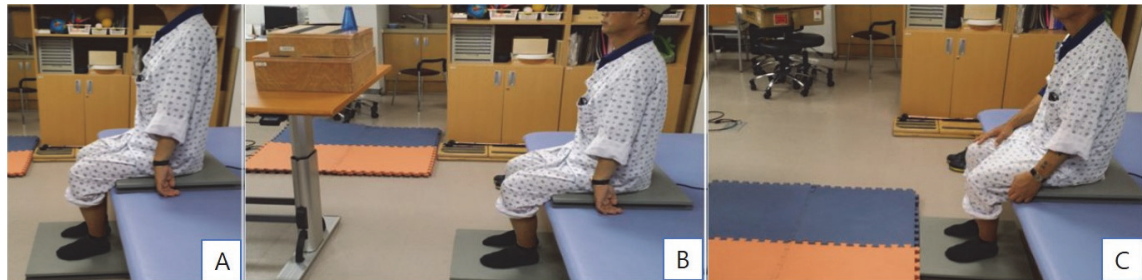


Fig. 1. Preparatory position for coming to standing.

A. Preparatory position for the sit-to-stand exercise, B. Preparatory position for reaching, C. Preparatory position for walking

반발력을 뉴턴(Newton) 값으로, 압력중심 이동거리를 센티미터(cm) 값으로 변환하여 사용하였다(Fig. 2).

4. 자료 수집 및 분석

본 연구에서는 각 일어서기 과제 수행 시 엉덩이 아래와 발 아래에 놓인 2개의 힘판을 통해 신체압력중심(COP; center of pressure)의 이동범위, 최대 수직지면 반발력(PvGRF; peak vertical ground reaction force), 일어서기 시간(come-to-standing time) 등을 측정하였다. 일어서기 동작을 좀 더 세분화시키기 위하여 첫째, 일어서기 시작시점(onset point), 둘째, 일어서기 시 엉덩이가 의자에서 떨어진 시점(seat-off point), 셋째, 일어서기가 끝난 시점(end point)의 세 시점을 기준으로 잡았다. 일어서기 시작시점은 엉덩이 아래 힘판에서 전-후 지면반발력의 변화가 시작되는 시점, 즉, 일어서기를 수행하기 위해 몸통의 굽힘이 시작되는 시점으로 정하였다. 일어서기 시 엉덩이가 의자에서 떨어진 시점은 엉덩이 아래 힘판에서 수직 지면반발력이 0이 되는 시점으로 정하였고, 마지막으로 일어서기가 끝난 시점은 발 아래 힘판에서 측정된 수직 지면 반발력 그래프에서 최고점

을 지나 양의 곡선이 끝나갈 때 즈음 대상자의 몸무게를 나타내는 선과 교차하는 시점으로 정하였다[19]. 위의 과정을 통해 대상자의 일어서기 과정을 준비기(preparatory phase)와 일어서기(rising phase)로 구분하였다. 이때 준비기는 일어서기 시작 시점(onset point)에서 엉덩이가 의자에서 떨어진 시점(seat-off point)까지를 말하고, 일어서기기는 엉덩이가 의자에서 떨어진 시점(seat-off point)에서 일어서기가 끝난 시점(end point)까지를 말한다(Fig. 3).

이러한 시간적 변수들과 함께 다음의 공간적 변수들을 분석하였다. 이동범위 변수들은 각 시점에서 다음의 식을 이용하여 도출하였다. 아래의 식에서 APmax와 APmin는 전-후 압력중심의 최대값과 최소값을 의미하고, MLmax와 MLmin는 좌-우 압력중심의 최대값과 최소값을 의미한다.

$$RAP = AP_{max} - AP_{min}$$

$$RML = ML_{max} - ML_{min}$$

위의 식을 통해 엉덩이 아래 좌-우 압력중심 이동범위, 발 아래 좌-우 압력중심 이동범위, 엉덩이 떼기 전 엉덩이 아래 전-후 압력중심 이동범위, 발 아래 전-후 압력중심 이동범위 그리고 발 아래 최대 수직 지면반발력의 공간적 변수들을 도출하였다.

5. 통계분석

연구 대상자의 일반적 특성은 기술 통계로 구하였고, 세 그룹 간 준비기(preparatory phase), 일어서기(rising phase), 엉덩이 아래 전-후 압력중심 이동범위,

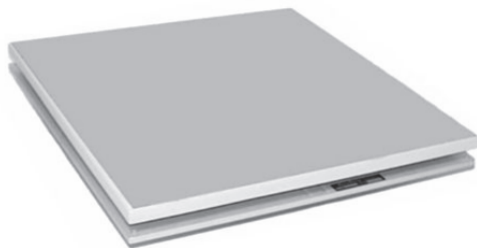


Fig. 2. Force plate.

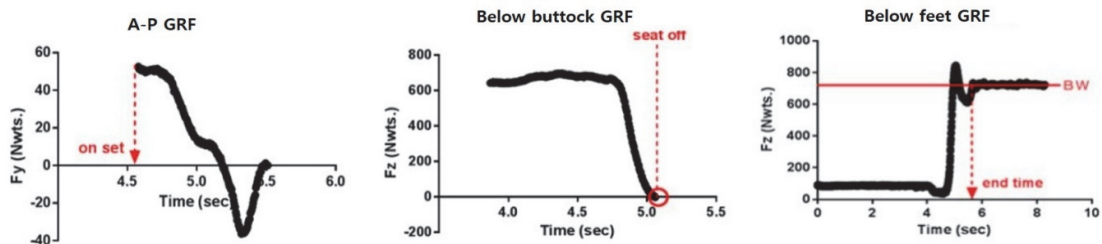


Fig. 3. Setting criteria for the sit-to-stand process.

A-P: anteroposterior, GRF: round reaction force

발 아래 최대 수직 지면반발력, 엉덩이 아래 좌우 압력 중심 이동범위, 발 아래 좌우 압력중심 이동범위, 엉덩이 아래 전-후 압력중심 이동범위, 발 아래 전-후 압력중심 이동범위의 비교는 반복측정 분산분석(repeated measurement of ANOVA)을 이용하였다. 본 연구에서 수집된 자료에 대한 통계분석은 SPSS ver. 21.0 프로그램 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA)을 사용하였고, 사후분석은 Tukey HSD를 이용하였다. 통계학적 유의수준 α 는 0.05로 정하였다.

III. 연구결과

1. 일어서기 과제에 따른 시간 변수 비교

일어서기 준비구간에 걸린 시간(preparatory phase time)은 세 과제 간 통계학적 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 사후분석의 결과 보행을 위한 일어서기(SW)는 팔 뻗기를 위한 일어서기(SR)와 단순 일어서기(SS)에 비해 상대적으로 많은 시간이 걸리는 것으로 확인되었다. 일어서기 구간 동안 걸린 시간(rising phase time)은 세 과제 간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table 2).

2. 일어서기 과제에 따른 압력중심 비교

일어서기 준비구간과 일어서기 구간으로 모두 포함한 전체 구간 동안 발 아래 놓인 힘판에서 측정된 좌우 압력중심 이동범위에서 과제 간 통계적으로 유의한 차이를 보였으며($p < .05$). 사후분석 결과 보행을 위한 일어서기(SW)와 팔 뻗기를 위한 일어서기(SR)는 단순 일어서기(SS)에 비해 좌우 압력중심의 이동범위가 큰 것으로 나타났다. 일어서기 준비구간에서의 엉덩이와 발 아래서 측정된 전-후 압력중심 이동범위와 전체 일어서기 구간에서는 과제 간에 유의한 차이가 없었으며, 전체 일어서기 구간 동안 발 아래 놓인 힘판에서의 전-후 압력중심의 변화도 과제간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 전체 일어서기 기간동안 발에서의 최대 수직 지면반력에서 과제 간에 유의한 차이가 나타나지 않았다(Table 3).

IV. 고찰

Kerr 등[16]과 Magnan 등[20]의 정상인을 대상으로 한 일어서기 연구에서 일상생활에서 의자에서 일어나는 동작은 일반적으로 하나 또는 그 이상의 걸음을 동반한

Table 2. Comparison of time variables during sit-to-stand exercise depending on the sit-to-stand tasks

	SS	SR	SW	F	p
Preparatory phase time (sec)	1.48 ± .48	2.09 ± .82	2.27 ± .72	7.217	.002*
Rising phase time (sec)	1.11 ± 1.26	1.26 ± 1.26	1.26 ± 1.26	.113	.899

SS: Sit-to-stand, SR: Sit-to-stand for reaching, SW: Sit-to-stand for walking.

Table 3. Comparison of the COP characteristics during sit-to-stand exercise depending on the sit-to-stand tasks

	SS	SR	SW	F	p
Below buttock A-P COP range during preparatory phase (cm)	53.59 ± 12.56	56.23 ± 17.3	58.35 ± 11.29	.312	.728
Below feet A-P COP range during preparatory phase (cm)	16.8 ± 13.88	16.46 ± 11.39	15.25 ± 7.46	.114	.902
Below feet M-L COP range during total phase (cm)	13.90 ± 6.44	16.14 ± 8.04	34.62 ± 39.38	4.681	.013*
Below feet A-P COP range during total phase (cm)	16.8 ± 13.88	16.46 ± 11.39	15.25 ± 7.46	.114	.897
Below feet PvGRF during total phase (N)	725.35 ± 116.6	728.55 ± 126.4	735.68 ± 121.11	.038	.962

SS: Sit-to-stand, SR: Sit-to-stand for reaching, SW: Sit-to-stand for walking, A-P: anteroposterior, M-L: mediolateral, COP: center of pressure, PvGRF: peak vertical ground reaction force, N: Newton.

다고 하였다. 그러므로 SW과제는 SS과제에 비해 기능적인 면에서 더욱 의미가 있다고 하였다.

본 연구에서는 선행연구와 달리 편마비 환자 20명을 대상으로 SS와 SR, SW를 수행하였을 때 과제의 목적이 전체 일어서기 동안의 자세조절에 어떠한 영향을 미치는지 알아보았다. 일어서기 과정 중 자세조절에 대한 변수를 얻기 위해 일어서기를 수행하는 동안 총 2개의 힘판을 사용하여 앉은 자세에서의 신체중심 변화는 엉덩이 밑에 놓인 힘판을 통해 측정하고 앉은 자세에서 선 자세로 이동할 때의 신체 중심의 변화는 발 밑에 놓인 힘판을 통해 측정하였다.

노인의 SS와 SW를 연구한 Dehail 등[21]의 선행연구에서는 전체 SS 시간은 SW 보다 일어서기 시간이 더 길었다고 하였다. 그리고 구간별로 보았을 때 일어서기 시작부터 엉덩이 떼기 전까지 단계(체간을 굽힘시키는 단계)에서는 일어서기 걸어가기 과제의 시간이 더 길었고 엉덩이를 떼 후 일어서기까지 단계에서는 일어서기 과제가 시간이 더 걸렸다고 했다. 이 이유는 SS 과제보다 SW 과제가 보행을 시작하기 위해 더 큰 수평적 모멘텀(horizontal momentum)이 필요하므로 보행이 프로그래밍 된 일어서기에서 보행의 시작을 위한 체간의 전방 굽힘이 더 강조되어 체간을 굽힘 시키는 기간이 더 길어진다고 하였다. 본 연구에서는 일어서기를 엉덩이가 의자에서 떨어지는 시점(sit-off onset point)을 기준으로 준비기(preparatory phase)과 일어서기(rising phase)로 나누어 측정하였는데, 선행연구의 체간을 굽힘시키는 단계와 부합되는 본 연구의 준비기에서 선행연구와 마찬가지로 SS나 SR보다 SW과제 수행 시 준비기가 통계적으로 유의하게 길었음을 확인할 수 있었다. 이와 더불어 SS과제에 비해 SR과제에서도 준비기가 더 길었음을 볼 수 있었다. 이는 일어서기 과제가 이후의 과제와 분리되어 일어나는 것이 아니라 뒤의 과제와 함께 프로그래밍 되어 일어나게 되므로 일어서기 시 목적조건의 난이도가 높아질수록 엉덩이 떼기 전 체간 전방 굽힘이 더 증가하고 이를 위한 더 많은 체간 조절능력을 요구하므로 준비기가 더 길어지는 것이라고 사료된다.

일어서기 구간(rising phase)은 선행연구[21]와는 달리 SS, SR, SW 과제 간의 통계적으로 유의한 차이를

보이지 않았지만 평균값을 비교해 보았을 때, SS과제에 비해 SS와 SR과제는 목적이 추가되었음에도 불구하고 SW과제에서 일어서기기에 걸린 시간(1.1 ± 1.29 sec)은 SS과제(1.11 ± 1.26 sec)와 비슷하였으나 SR과제(1.26 ± 1.26 sec)는 수행시간이 더 긴 것을 볼 수 있었다. 이는 SW과제의 목적이 되는 걸어가는 일어서기와 마찬가지로 하지를 사용하는 동작이므로 일어서기와 이후 일어나는 걷기가 함께 프로그래밍 되어 연속된 하나의 과제로 수행되므로 일어서기기의 시간에 큰 영향을 미치지 않았고 팔을 사용하는 동작이므로 팔과 다리 동작의 연결 과제로서 더 높은 난이도를 만들어 일어서기 수행 시간을 더 증가시켰을 것으로 생각한다.

Hirschfeld 등[22]의 연구에서 일어서기 시 발 아래에서 측정된 수직 지면반발력은 전-후 압력중심 이동에서 압력중심이 후방으로 향할 때 그래프의 변화가 시작되고, 이후 전방으로 향하면서 엉덩이 떼기 시 수직 지면반발력이 최대가 된다고 하였다. 본 연구 또한 선행연구에서와 같이 세 과제 모두에서 엉덩이 떼기 시 발 아래 힘판에서 최대 수직지면반발력을 측정할 수 있었으나, 최대 수직 지면반발력의 세 과제 간 비교분석 결과 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 하지만 평균값에서는 SW과제에서 가장 발 아래 최대 수직 지면반발력이 컸음을 볼 수 있었다. 이는 앞서 설명한 선행연구로 보아 SW과제에서 엉덩이 떼기 전(seat-off) 가장 많은 체간의 후방이동을 하고 엉덩이를 떼 후 전상방으로의 신체중심이동을 가장 많이 요구하므로 신체중심 이동에 대한 추진력을 가지기 위해 다른 과제들에 비해 SW과제에서 가장 큰 수직 지면반발력이 보인 것이라 사료된다.

Chou 등[10]은 편마비 환자가 건강한 대상자에 비해 일어서기 동작을 수행하는 시간을 비교하는 연구에서 발 아래의 좌-우 압력중심 이동거리의 차이를 통해 건강한 대상자에 비해 편마비 환자가 일어서기 동작 수행 시 자세조절이 불안정 했음을 알 수 있다고 하였다. 본 연구결과 선행연구와 마찬가지로 세 과제의 일어서기 동안 발 아래 놓인 힘판에서 측정된 좌-우 압력중심 이동범위의 비교에서 일어서기 과제들 간에서

통계적으로 유의한 차이를 보였다($p<0.05$). SW과제는 다른 과제들에 비해 압력중심의 이동거리가 유의하게 높은 것으로 확인되었는데, 이는 같은 일어서기 동작을 하더라도 이 이후 연결되는 동작에 따라 일어서기 시 자세조절의 차이가 있었음을 보여준다. 선행연구에서는 일어서기과정에서 엉덩이 떼기 전 신체 무게중심을 엉덩이에서 양 발로 옮기기 위해 선행적으로 필요한 힘을 조정한다고 하는데 이는 보행 시 양하지 지지기에서 단하지 지지기로 무게이동을 할 때 흔들기 다리에 부하를 싣고 디딤기 다리에 부하를 더는 것을 계획하는 것과 같은 법칙이라고 하였다[23]. 또한 이러한 선행적 힘의 조정은 정확한 잡기를 통해 물체를 들어 올릴 때 역시 나타난다고 하였다[24]. 본 연구의 결과를 정하면 단수 일어서기 보다 잡기를 위한 일어서기와 보행을 위한 일어서기와 같은 과제 목적을 갖는 일어서기는 일어서기 시 준비 시간이 많이 요구되며 보다 많은 발의 좌-우 압력중심의 이동범위(M-L COP range)를 요구된다. 이를 통해 다양한 목적을 가진 일어서기 수행 시 자세조절 전략은 목적에 따라 각각의 차이가 있음을 알 수 있었다. 본 연구 결과를 바탕으로 임상에서의 편마비 환자의 일상생활동작 증진을 위한 일어서기 재교육 시 환자에게 다양한 선행적 움직임 전략을 도출해 내기 위해 다양한 목적을 가진 일어서기 훈련을 할 필요가 있다고 생각된다. 또한 이러한 연구가 이후 뇌졸중 환자의 목적을 가진 과제 훈련에 관한 근거를 제시할 수 있는 기초 자료가 될 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구에서는 뇌졸중 환자의 일어서기 과제 결과와 대조할 수 있는 정상인을 대상으로 한 연구가 진행되지 않은 점, 그리고 일어서기 과정 시 힘판이라는 단일 측정도구를 통해서 실험을 하여 신체압력중심의 이동과 관련된 변수만을 이용하였으므로 일어서기 시 선행적 자세조절에 대해 좀 더 명확히 밝혀낼 수 없었던 점이 제한점으로 꼽힌다. 추후 연구에서는 일어서기에 동원되는 체간근과 하지 펌근의 근전도를 함께 측정한다면 일어서기 전 선행적 자세조절과 일어서기 시 자세조절 전략에 대해 좀 더 명확하게 밝혀 낼 수 있을 것이라 생각된다.

V. 결론

본 연구는 일어서기, 잡기를 위한 일어서기, 보행을 위한 일어서기라는 세가지 목적이 다른 과제의 일어서기 과정을 비교하여 목적이 일어서기에 미치는 영향에 대하여 알아보고자 하였다. 그 결과 일어서기보다는 잡기를 위한 일어서기와 보행을 위한 일어서기와 같이 목적을 가지는 일어서기 과제에서 엉덩이 떼기 전 준비기가 더 긴 것으로 나타났고, 일어서기 시 좌-우 신체중심 이동범위가 더 크게 나타났음을 확인할 수 있었다. 이와 같은 결과를 통해 일어서기 과제와 목적을 가진 일어서기 과제는 일어서기 전략에 차이가 있음을 알 수 있으며, 같은 일어서기 동작을 수행하더라도 다양한 목적에 따라 자세조절 전략 또한 다양하게 나타날 수 있음을 알 수 있었다. 따라서 목적이 있는 일어서기 과제 훈련은 환자들이 일상생활동작 증진을 위한 다양한 일어서기 전략을 익히는 훈련으로써 유용하게 활용될 수 있을 것이라 생각된다.

References

- [1] de Kam D, Kamphuis JF, Weerdesteyn V, et al. The effect of weight-bearing asymmetry on dynamic postural stability in people with chronic stroke. *Gait Posture*. 2017;53:5-10.
- [2] Cabanas-Valdés R, Boix-Sala L, Grau-Pellicer M, et al. The effectiveness of additional core stability exercises in improving dynamic sitting balance, gait and functional rehabilitation for subacute stroke patients (core-trial): Study protocol for a randomized controlled trial. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(12):6615.
- [3] Hughes MA, Myers BS, Schenkman ML. The role of strength in rising from a chair in the functionally impaired elderly. *J Biomech*. 1996;29(12):1509-13.
- [4] Park M, Lee M. Analysis of muscle activity on foot position during a sit-to-stand activity in the elderly. *J Kor Phys Ther*. 2011;23(1):1-5.

- [5] Yu Y. Kinetic analysis of sit-to-stand movement in stroke patients. *The Korean Journal of Physical Education*. 2004;43(4):521-9.
- [6] Verheyden G, Vereeck L, Truijten S, et al. Trunk performance after stroke and the relationship with balance, gait and functional ability. *Clin Rehabil*. 2006; 20(5):451-8.
- [7] Yu Y, Lim B. Kinematic analysis of rising from a chair in healthy and stroke subjects. *Korean Journal of Sport Biomechanics*. 2007;17(2):103-12.
- [8] Schenkman M, Berger RA, Riley PO, et al. Whole-body movements during rising to standing from sitting. *Phys Ther*. 1990;70(10):638-48.
- [9] Schultz AB, Alexander NB, Ashton-Miller JA. Biomechanical analyses of rising from a chair. *J Biomech*. 1992;25(12):1383-91.
- [10] Chou S, Wong AM, Leong C, et al. Postural control during sit-to stand and gait in stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil*. 2003;82(1):42-7.
- [11] Campbell FM, Ashburn AM, Pickering RM, et al. Head and pelvic movements during a dynamic reaching task in sitting: Implications for physical therapists. *Arch Phys Med Rehabil*. 2001;82(12):1655-60.
- [12] Thielman GT, Dean CM, Gentile A. Rehabilitation of reaching after stroke: Task-related training versus progressive resistive exercise. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(10):1613-8.
- [13] Bestaven E, Petit J, Robert B, et al. Center of pressure path during sit-to-walk tasks in young and elderly humans. *Ann Phys Rehabil Med*. 2013;56(9):644-51
- [14] Kuramatsu Y, Muraki T, Oouchida Y, et al. Influence of constrained visual and somatic senses on controlling centre of mass during sit-to-stand. *Gait Posture*. 2012;36(1):90-4.
- [15] Cheng P, Liaw M, Wong M, et al. The sit-to-stand movement in stroke patients and its correlation with falling. *Arch Phys Med Rehabil*. 1998;79(9):1043-6.
- [16] Kerr A, Durward B, Kerr K. Defining phases for the sit-to-walk movement. *Clin Biomech*. 2004;19(4):385-90.
- [17] Subramaniam, Savitha, Rini Varghese, and Tanvi Bhatt. Influence of chronic stroke on functional arm reaching: Quantifying deficits in the ipsilesional upper extremity. *Rehabil Res Pract*. 2019;1-10.
- [18] Dean, Catherine M., Shepherd, Roberta B., Task-related training improves performance of seated reaching tasks after stroke: a randomized controlled trial. *Stroke*. 1997;28(4):722-28.
- [19] Mazza C, Zok M, Della Croce U. Sequencing sit-to-stand and upright posture for mobility limitation assessment: Determination of the timing of the task phases from force platform data. *Gait Posture*. 2005;21(4):425-31.
- [20] Magnan A, McFadyen BJ, St-Vincent G. Modification of the sit-to-stand task with the addition of gait initiation. *Gait Posture*. 1996;4(3):232-41.
- [21] Dehail P, Bestaven E, Muller F, et al. Kinematic and electromyographic analysis of rising from a chair during a "Sit-to-walk" task in elderly subjects: Role of strength. *Clin Biomech*. 2007;22(10):1096-103.
- [22] Hirschfeld H, Thorsteinsdottir M, Olsson E. Coordinated ground forces exerted by buttocks and feet are adequately programmed for weight transfer during sit-to-stand. *J Neurophysiol*. 1999;82(6):3021-29.
- [23] Pankheaw T, Hiengkaew V, Bovonsunthonchai S, et al. Effect of progressive bridging exercise on weight-bearing during the extension phase of sit-to-stand, and on sit-to-stand ability in individuals with stroke: A randomised controlled trial. *Clin Rehabil*. 2022: 02692155221107107.
- [24] Vaughan-Graham J, Patterson K, Brooks D, et al. Transitions sit to stand and stand to sit in persons post-stroke: Path of centre of mass, pelvic and limb loading -A pilot study. *Clin Biomech*. 2019;61:22-30.