PNF and Movement, 2019; 17(2): 275-282
https://doi.org/10.21598/JKPNFA.2019.17.2.275

Print ISSN: 2508-6227
Online ISSN: 2508-6472

Original Article

Open Access

화장실 안전손잡이 위치에 따른 앉은 자세에서 일어서기 비교

정현애 · 손유나[1] · 이지훈[1] · 김희동[†]
동신대학교 작업치료학과, [1]동신대학교 일반대학원 작업치료학과

A Comparison of Sit-to-Stand Performance Based on Toilet Grab Bar Positions

Hyun-Ae Chung · Yu-Na Son[1] · Ji-Hun Lee[1] · Hee-Dong Kim[†]
Department of Occupational Therapy, Dongshin University
[1]Department of Occupational Therapy, Dongshin University, The Master's Course

Received: May 11, 2019 / Revised: May 16, 2019 / Accepted: May 16, 2019
ⓒ 2019 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: This study aimed to investigate the optimal positions of safety grab bars for effective sit-to-stand (STS) movement by comparing the results of the STS movement while using a safety grab bar installed under two different conditions: the height of the grab bar installation was determined by (1) the Building Act and (2) the principle of proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF).
Methods: A total of 50 undergraduate students participated in this study, and they were required to perform an STS movement twice under each condition. A baropodometric platform for sitting and a Biorescue (RM Ingenierie, France) were used to collect and analyze changes in the center of pressure (COP) on the left and right sides before and after performing the STS movement. The average completion time for the STS movement was also measured for analysis. Moreover, the participants were asked to express their individual subjective preferences regarding the two positions of the grab bars.
Results: The COP changes were significantly smaller when performing the STS movement with the grab bar installed at the height determined by the PNF principle than the Building Act ($p<0.01$), and the difference in the completion time of the STS movement was not statistically significant between the two conditions.
Conclusion: The findings of this study suggest that the principle of PNF can be useful for planning therapeutic exercise as well as for proposing the optimal grab bar position for older adults and those with health-related issues when performing the STS movement. In addition, this may serve as a basic rehabilitation technique for maintaining remaining functions and providing functional efficiency.

Key Words: Sit-to-stand, Grab bar, PNF, Toilets

†Corresponding Author : Hee-Dong Kim (heedongkim@dsu.ac.kr)

Ⅰ. 서 론

통계청 자료에 의하면 2019년 기준으로 65세 이상 즉, 고령인구 비율이 14.9%로 나타났고 노령화 지수는 유소년 인구 1백 명당 119.4로 나타났다(Statistical Office, 2019). 따라서 노령사회를 대비하여 수준 높은 노후를 대비할 수 있도록 구체적이며 체계적인 준비가 필요하다(Park et al., 2012). 모든 사람에 있어 주거생활의 안정은 사람의 기본생활 요건 중 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 특히 사회적 관계가 축소되고 생활의 범위가 주거 내로 한정될 가능성이 큰 노년기에 있어서 주거환경의 문제는 다양한 노인문제 해결의 출발점이 된다. 고령자의 경우 노화에 따른 신체적 기능 저하로 집에서 머무르는 시간이 많고, 노화가 진행될수록 생리기능의 빈도가 높아져 화장실의 이용빈도가 높은 것으로 나타났다(Cho & Lee, 2017).

질병관리본부에서 2018년 7월 1일부터 9월 30일까지의 응급실 손상환자 심층조사를 통해 수집된 자료를 분석한 결과 해당기간의 전체 74,479건 중 추락 및 미끄러짐이 30.3%로 가장 많이 발생한 것으로 나타났으며(Disease control center, 2018), 고령자의 안전사고 심층 분석한 결과에 의하면 안전사고의 발생은 주택에서 3,506건(60.5%)으로 가장 많았으며 이 중 화장실과 욕실은 11.0%로써 침실 및 방의 15.0%에 이어서 두 번째로 많이 안전사고가 발생한 것으로 나타났다(Korea Consumer Agency, 2017). 노인들에게 화장실은 미끄러운 바닥이라는 위험 요소와 적당한 안전장치의 미비가 상호 복합적으로 작용하여 위험이 증가하고 있는 것으로 보고되었으며(Aminzadeh & Edwards, 1998; Pack et al., 2002), 이러한 공간을 스스로 사용하지 못하게 되면 개개인의 프라이버시와 독립성에 손상을 받을 뿐만 아니라 자립적인 삶을 유지하지 못하게 된다.

화장실에서 주로 사용하게 되는 자세인 앉은 자세에서 일어서는 동작(sit-to-stand, STS)은 인체가 안정적인 앉은 자세에서 불안정한 자세로 움직여 선 자세로 진행하는 과도기 동작으로 일상생활에서 수행되는 가장 흔한 동작이며, 보행이나 계단을 오르는 동작보다 큰 근력과 가동범위, 적절한 신경근 협응 그리고 자세조정을 요하는 동작이다(Boonstra et al., 2013; Hong et al., 2013), 건강한 사람들은 쉽고 자연스럽게 일어서는 동작을 수행하나 허약한 노인과 근골격계 및 심혈관계 질환으로 인해 움직임에 제한이 있는 환자는 보조 없이 수행되는 일어서기가 어려우며(Alexander et al., 1991), 근력이 약화된 경우나 자세 불안정성이 있는 노인의 경우, 프로그램화된 일어서기 동작 수행이 독립적이지 못하게 되어 낙상의 위험이 증가하게 된다(Kim et al., 2006).

화장실이라는 공간적 환경 내에서 낙상을 예방하기 위해 사용될 수 있는 안전손잡이에 대해 Pack 등(2002)은 노인을 위한 화장실 안전손잡이의 설치 기준이 마련되어 있지 않다는 점을 지적하였으며, 화장실에서의 노인 낙상예방을 위한 안전손잡이에 대한 연구를 장애인・노인・임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률 시행규칙을 기준으로 수평 손잡이는 바닥면으로부터 0.6m~0.7m 이하의 높이에 설치하되, 한쪽 손잡이는 변기중심에서 0.4m 이내의 지점에 고정하여 설치하여야 하며, 다른 쪽 손잡이는 회전식으로 할 수 있다. 이 경우 손잡이 간의 간격은 0.7m내외로 할 수 있다고 지정되어 있다(Ministry of Health & Welfare, 2018).

하지만 이러한 법적 규격에 근거한 안전손잡이의 설치에 대한 연구로는 노인들이 사용 가능한 안전손잡이가 설치되어 있는 장애인 등이 이용 가능한 화장실, 장애인 화장실을 키워드로 한 국내 연구는 휠체어 사용자용 화장실 개발을 포함하여 7건의 연구가 진행되고 있어 (Korea Disabled Persons Development Institute, 2018) 미흡한 실정이다. 고령화가 진행될수록 안전 관련 도구 개발과 관심의 고조로, 화장실 안전손잡이 구매가 과거에 비해 쉬워졌으나, 설치 기준에 대한 정보가 일반인들은 홍보가 잘 되어있지 않으며 구매 시 제품의 규격, 재질에 관한 설명서가 첨부되어 배송되는 것이 현 실태이다.

고유수용성신경근 촉진법(proprioceptive neuromuscular

facilitation, PNF)은 인간의 기능을 향상 발전시킬 수 있는 통합적 치료법으로 기본원리와 절차 중, 반응을 강화 또는 촉진시키는 기법으로 나선형이면서 대각선 패턴특징이 언급(Adeler et al., 2014)되고 있으며, 이를 화장실 안전손잡이 설치에 적용하여 STS시 역학적 이득에 변화를 가져올 수 있을 것이라 착안하게 되었다.

이러한 관점에서 본 연구는 노인 및 STS에 어려움이 있는 대상들이 사용하는 화장실 안전손잡이의 위치에 따른 효율성을 알아내고자 선행연구로 대학생들을 대상으로 기초선 마련 연구를 계획하였다. 화장실에 설치되어 있는 기존의 수평안전손잡이와 고유수용성 신경근 촉진법(PNF)의 원리를 적용한 실험안전손잡이 위치를 제안, 이 손잡이 사용 시 나타나는 COP (center of pressure) Line의 이동거리 값(cm)과 평균 속도(cm/sec)를 비교하여 더 효율적인 앉은 상태에서 일어서기(STS) 수행이 가능한 손잡이의 설치 기준을 제시하고자 한다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구는 대학생 50명을 대상으로 연구를 진행하였다. 실험 전 연구 대상자들에게 연구의 목적과 방법에 대한 설명을 한 후 자발적으로 동의한 사람들을 대상으로 하였으며, 연구 대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects (n=50)

Characteristics	M±SD
Age (years)	19.46±1.57
Height (cm)	165.16±5.49
Weight (kg)	67.58±19.29
Trunk flex ROM (°)	32.00±5.49
Shoulder height sitting (cm)	55.92±4.90
Arm length (cm)	54.05±4.70

2. 측정도구 및 실험 방법

1) 실험 방법

본 연구에서 기존의 화장실 손잡이 설치 규정에 맞게 설치된 수평안전손잡이와 실험 손잡이를 사용하여 변기에서의 앉고 일어서기 활동을 비교 분석하였다.

피 실험자에게 먼저 실험의 목적과 내용에 대하여 충분한 설명 후, 키, 몸무게, 체간 굽힘의 각도, 앉은 팔 길이 등을 측정하였다. 본 측정 결과는 PNF 원리(Adeler et al., 2014)를 적용하고자 하였으며, 상지 폄 패턴을 이용할 수 있도록 앉은 자세에서 실험군의 팔 길이 위치를 파악한 후 30° 체간 굽힘(Pai & Rogers,1991) 위치에서 개개인의 신체역학적 요소를 반영하여 설치된 손잡이의 높이는 화장실 변기의 바닥을 기준으로 전방 49.3～58.7cm, 상방 121.7～126.5cm에 설치되었으며, 개인마다 약간의 차이가 있었지만 평균적으로 대략 전방 54cm, 상방 126.5cm로 나타났다.

대상자 마다 측정값이 다르다는 점을 고려하여 탈부착이 가능하도록 흡착식 손잡이를 사용하여 COP Line의 이동거리 값(cm)과 평균속도(cm/sec)는 Biorescue를

Fig. 1. Experimental scene (a. experiment environment, b. starting position, c. horizontal grab bar, d. experiment grab bar).

이용하여 측정하였다.

실험 시작자세로는 편한 자세로 좌변기에 앉도록 하였으며 좌변기 앞 바닥에 Biorescue를 놓고 힘판 중앙에 양 발을 어깨넓이 만큼 벌린 상태로 위치하도록 하였다. 이때, 시선은 전방을 바라보도록 지시하였고, 양손은 무릎위에 올려 둔 상태로 시작하였다(Fig. 1).

본 실험에서 두 가지 조건의 기존 설치 기준의 수평안전손잡이와 PNF 원리를 적용한 상지 폄 패턴의 시작 위치에 설치한 실험안전손잡이를 사용하여 일어서기 동작을 각 2회씩 수행하도록 하였으며, 측정이 끝나고 난 후 두 가지 조건의 손잡이에 관하여 주관적 선호도를 조사하였다.

2) 측정 도구

정적 및 동적 균형능력 측정 장비(Biorescue, RM INGENIERIE, France)는 정적 균형과 더불어 일상생활 속 전방, 후방, 좌측, 우측 움직임과 앉기 및 서기에 필요한 동적 균형능력을 검사할 수 있는 장비로, 특정한 움직임 동안 압력중심의 이동 경로선을 관찰하여 이동 경로선의 면적(cm)과 길이(cm), 평균 속도(cm/sec)를 알 수 있다(Fig. 2). 이 도구의 검사-재검사 급내 상관계수 ICC=0.84로 높은 신뢰도를 가진다(Park & Song, 2016).

3. 자료 분석

본 연구에서 수집된 자료는 SPSS 25.0 for Windows 프로그램을 이용하여 대상자의 일반적 특성은 기술통계로 분석하였으며, 수평안전손잡이와 신체역학적요소를 고려한 실험안전손잡이간의 동질성 검사 및 COP (center of pressure) Line의 이동거리 값(cm)과 평균 속도(cm/sec)를 비교하기 위하여 독립표본 t-검정(independent t-test)을 사용하였다. 통계적 유의수준은 0.05로 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

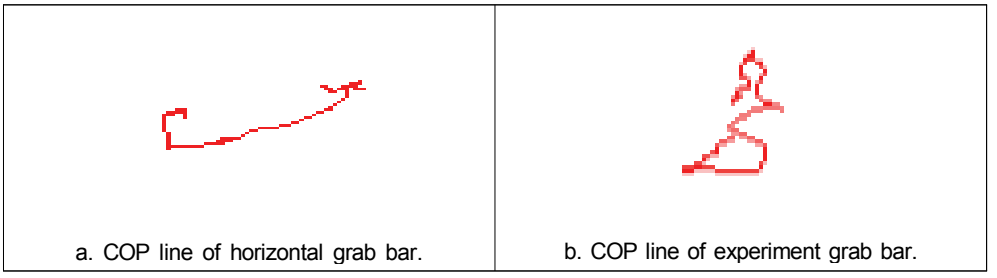
1. 안전손잡이 위치에 따른 일어서기 속도와 COP 이동거리 비교

안전손잡이 위치에 따라 일어서는 속도를 측정한 결과 수평안전손잡이와 실험안전손잡이 간의 속도 차이는 유의하지 않았다.

Table 2. Comparison of the speed of STS and the COP in accordance with the position of a grab bar

	Average speed		COP	
	M±SD	t	M±SD	t
Horizontal grab bar	5.00±1.69	1.26	101.12±40.30	3.79*
Experiment grab bar	4.54±1.93		72.95±33.75	

*p<0.01



a. COP line of horizontal grab bar. b. COP line of experiment grab bar.

Fig. 2. Comparison of the COP line of STS with the position of a grab bar.

안전손잡이 위치에 따른 일어설 때의 COP 이동거리 변화를 측정한 결과 실험안전손잡이가 수평안전손잡이보다 유의하게 자세 동요거리가 짧게 나타났다($p<0.01$)(Table 2).

Biorescue를 이용하여 COP Line의 변화를 측정한 대상자 중 일부의 측정한 값을 비교해 보았을 때, 수평안전손잡이보다 실험안전손잡이가 짧고 안정된 이동을 나타냈다(Fig. 2.).

참가자 중 일부의 COP 변화에 대한 결과 값이다. 수평안전손잡이 사용 시 평균 속도는 5.0cm/s 였으며 몸의 중심축에서의 이동 거리는 210.1cm로 나타났으나, 본 연구에서 제시한 실험손잡이에서는 평균 속도 측면에서 3.8cm/s로 근소하게 수행시간은 늦었지만 몸의 중심축에서의 이동은 40.5cm로 나타나 약 4배 가까이 이동거리가 줄었음을 확인할 수 있었다.

2. 수평손잡이와 실험손잡이간의 수행 편의에 대한 선호도 조사

수평손잡이와 실험손잡이를 사용하여 실험한 뒤 참여한 모든 대상자들에게 선호도에 관해 조사를 실시하였다. 두가지 조건의 손잡이를 주관적으로 비교하여 앉고 일어서기 활동을 수행하는데 있어 일어나기 편하며 비교적 적은 힘이 들어가는 손잡이를 선택하도록 하였으며, 실험이 이뤄지는 장소에서 손잡이의 사진을 제시한 뒤, 실험자들이 직접 스티커를 부착하여 선호도를 확인하였다.

조사 결과 참가자 50명 중 39명이 본 연구에서 제시한 실험 손잡이에 선호도를 나타냈으며, 11명이 선택한 실험 손잡이에 비해 약 3.5배의 차이로 실험손잡이에서 선호도가 높은 것을 알 수 있었다.

Ⅳ. 고 찰

본 연구는 법적 규격에 근거한 기준에 따라 설치된 수평안전손잡이와 고유수용성신경근 촉진법 원리에 근거한 대각선 방향에 설치한 실험 안전손잡이 두 가지 기준으로 신체 압력 중심(COP)의 동요를 측정하였다.

신체 압력 중심(COP)은 균형 장애에 대한 진단과 치료에 대한 평가도구와 신체 중심의 이동경로를 반영하는 척도로 적용되고 있다(Michaelson et al., 2003). COP의 전, 후와 좌, 우 동요는 각각 무릎과 발목 관절 협응 기능을 저하시키고, COP의 안정적인 이동은 STS의 안전한 수행을 나타낸다고 하였으며, 걷기 및 기타 일상 활동은 신체 안정성 범위 내에서 COP의 전, 후, 좌, 우 방향에서 일정한 전이를 요구하는데, 의자에서 일어서는 동안 COP 동요의 변화가 크다면 낙상의 위험성이 있으나 변화가 작게 나타나면 낙상의 위험성이 작다고 하였다(Cheng et al., 1998; Rika, 2001). 본 연구결과에서 두 안전손잡이 위치에 따른 일어설 때의 COP 이동거리 변화를 측정한 결과 실험안전손잡이가 수평안전손잡이보다 유의하게 COP 동요거리가 짧게 나타난 것으로 보아 보다 STS 수행 시 효율적인 수행을 유도하는 위치임을 확인할 수 있었다. 연구대상자들이 건강한 대학생의 경우임에도 보여지는 차이는 노인들을 대상으로 연구를 진행하게 되었을 때, 더 유의미한 연구결과를 예견할 수 있다.

50-70세 사이의 하체 근력은 약 30% 정도 감소함으로 노인들의 일어서는 동작의 어려움은 약한 하지 문제(Lindel et al., 1997; Park et al., 2012)로, Hwang 등(2008)의 연구에서 노인이 일반 성인에 비해 무릎과 엉덩관절은 적게 굽힘 되고, 몸통은 좀 더 많이 굽힘한 상태로 STS 수행 방법의 변화를 언급하였다. 이에 기존 수평안전손잡이에 비해 실험안전손잡이는 전상방으로 손을 뻗어야 하므로, 몸통 굽힘보다 엉덩관절을 더 굽히게 하고, 체간의 폄은 촉진한 채로 손잡이 위치에 대한 시각정보가 자연스럽게 STS시 바닥지지면(base of support, BOS)을 전방으로 옮겨 지게 하여 STS 수행 시 동요가 줄고, 대상자에 주관적 선호도 역시 더 높았다고 볼 수 있다. 손잡이 위치를 앉은 자세에서 위팔을 최대로 굽힘 한 상태로 선정한 근거는, 신장(stretch)은 능동적 움직임을 시작하고 반응의 속도를 증진시키며, 약한 근육을 강화시키는 데 사용

된다(Adeler, 2014). 이는 근육이 신장되면 근방추(muscle spindle)의 Ⅰa와 Ⅱ섬유가 신장된 근육을 지배하는 알파운동신경세포(α motor neuron)로 자극성 신호를 보내게 되며(Pedretti et al., 2017) 이는 외적 환경을 이용한 보조도구의 도움을 받지만, 개인이 갖고 있는 잔존기능을 유지하면서, 기능을 발휘하도록 하는 PNF의 기본 철학 중 기능적 접근(functional approach) 및 잠재력 동원(mobilize potential)을 고려했다고 볼 수 있다. 이를 뒷받침 해 줄 또 다른 연구로, Chihara와 Seo (2014)의 연구에서 손잡이의 높이가 높을수록 위팔세갈래근의 활성이 증가하며 위팔세갈래근의 활성도가 일어서기 동작에서 가장 주요한 근육인 넙다리곧은근과 앞정강근의 근활성과 서로 밀접한 관련이 있다고 했다. 본 연구에서 화장실 측면에 위치한 기존 수평안전손잡이를 밀면서 일어날 때, 몸통을 더 많이 굽히게 되어 오히려 STS시 더 많은 노력이 필요할 것으로 예측된다. Mazza 등(2004)의 연구에 의하면 상지의 움직임을 제한한 상태로 일어설 경우 그렇지 않은 경우에 비해 허벅지가 바닥에서 떨어질 때 무게중심이 앞으로 이동되는 정도가 더욱 적고 일어서는 동작의 질이 저하된다고 하였다. 따라서 일어서기에 어려움을 보이는 노약자를 위해 상・하지의 적절한 협응을 통한 안전하고 기능적인 보조기기를 개발이 필요함을 시사한다.

STS 수행 속도는 두 경우에서 유의한 차이는 없는 것으로 나타났으며, 이는 하지 근력에 문제가 없는 건강한 대학생들의 경우로 엉덩관절의 굽힘속도와 하지 폄 속도가 순간적으로 유연하게 일어나 손잡이 위치에 따른 차이는 크지 않은 것으로 보인다.

이 연구의 제한점으로 첫째, 선행연구로 대학생을 대상으로 연구하였으며 추후 STS의 어려움을 갖는 대상이나 노인들을 대상으로 한 연구에서는 다른 변수들을 고려해야 할 것이다. 예를 들면, 관절가동범위에 제한이 있거나, 근력의 감소로 인해 손잡이를 잡기 힘든 노인들의 경우 등 사례 접근에 대한 연구를 시행해야 할 필요가 있다. 둘째, 주관적 선호조사에 있어, 다양한 척도가 아닌 두 손잡이 중 일어서기 편하다고 생각하는 부분에 스티커를 붙이도록 한 단순한 평가로 다양한 의견을 수용하지 못하였다. 셋째, 흡착식 손잡이의 불안정성을 들 수 있다. 대상자의 앉은키와 팔 길이에 따라 손잡이 위치를 개개인마다 설정해야 했기에, 흡착식 손잡이를 선택했으나, 흡착식이라는 편리성 대신 안정성이 떨어져 실험 도중 보완을 해야 하는 불편함이 있었다. 이는 실제 가정에 설치 시 가장 우선시 되어야 하는 항목이기도 하며 안정성과 잠재기능을 촉진시켜줄 수 있는 새로운 형태의 안전손잡이 연구개발이 필요할 것으로 보인다.

Ⅴ. 결 론

본 연구는 화장실에서의 효율적인 STS를 위한 안전손잡이 위치를 알아보고자 하였다. 노인 및 STS의 어려움을 갖고 있는 대상으로 실험하기에 앞서 일반 대학생 대상으로 COP 이동거리와 시간, 주관적 선호도를 조사한 결과, 기존 설치 규격에 따른 수평 손잡이 위치에 비해, 연구자가 제시한 손잡이 위치에서 STS가 효율적임을 알게 되었다. 이 결과를 바탕으로 가정 내에서 가장 위험하다고 인식하는 화장실 환경에서 STS수행시 약자들이 앉고 서기를 위한 보조장치인 안전손잡이를 설치하고자 할 때 단순 보조시설물이 아닌, 개인에게 적합한 설치조건과 기준을 제시해 줄 수 있는 해부학 및 생체역학적인 지식을 갖은 전문가의 지도가 필요하며, 이 결과로 보조장치가 갖는 단순한 보조의 기능뿐만 아니라, 신체의 잠재력을 이끌어내고, 유지할 수 있는 기능적이면서 긍정적인 접근을 제시하였다 볼 수 있다.

이는 PNF가 치료적 운동뿐만 아니라, PNF의 기본 원리를 환경에 적용함으로써 대상자의 잔존기능을 유지하면서, 기능적 효율성을 제공할 수 있다는 PNF의 새로운 영역 확대라 할 수 있을 것이다.

References

Adeler SS, Beckers B, Buck M. PNF in practice, 4th ed. Berlin Heidelberg. Springer. 2014.

Alexander NB, Schultz AB, Warwick DN. Rising from a chair: effects of age and functional ability on performance biomechanic. *Journal of Gerontology*. 1991; 46(3):91-98.

Cheng, PT, Liaw MY, Wong MK, et al. The sit-to-stand movement in stroke patients and its correlation with falling. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1998;79(9), 1043-1046.

Chihara T, Seo A. Evaluation of multiple muscle loads through multi-objective optimization with prediction of subjective satisfaction lev el: illustration by an application to handrail position for standing. *Applied Ergonomics*. 2014;45(2):261-269.

Cho HY, Lee HS. Apartment bathroom design to prevent fall for independence of the elderly. *Journal of the Korean Institute of Interior Design*. 2017;26(1):53-62.

Heidi MP, Winifred SK. Pedretti's occupational therapy: practice skills for physical dysfunction, 8th ed. Netherlands. Elsevier. 2017.

Hwang SJ, Son JS, Kim HD, et al. Analysis of joint movement and changes of muscle length during STS at various sitting heights in the Korean elderly's daily life. *Journal of Biomedical Engineering Reseaech*. 2008;29(6):484-492.

Kim DH, Park SM, Jeon DY, et al. Kinetic and kinematic comparison of sit-to-stand movement between healthy young and elderly subjects. *Journal of the Korea Annals of Rehabilitation Medicine*. 2006;30(4): 385-391.

Kim HS, Choi BR, Lim IH. Effect of sagittal pelvic tilt on kinematic changes of hip and knee joint during sit-to-stand. *Physical Therapy Korea*. 2011; 18(3):26-37.

Kim JS, Yoon Sh, Rhee MH. Changes in muscle acvity of the quadriceps femoris with changes in the ankle and hip joint angles during a sit-to-stand movement. *Journal of Korean Society of Integrative Medicine*. 2018;6(1):7-14.

Kim Sj. Comparison study on the muscle activity during sit to stand position between elderly faller, elderly non-faller and young adult. Daegu University. Dissertation of Doctorate Degree. 2005.

Korea center for disease control. Injury prevention for healthy & safe society. No.4. 2018.

Korea National Law Information Center. Korea promotion of improvement of disabled persons, elderly people, and pregnant women. 2018.

Korean statistical information service. KOSIS 100 indicators. 2019.

Kwon MJ. 5 Repetition sit-to stand test of stroke patients and healthy older. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2014;9(1):101-106.

Lee HS, Jae MW. Muscle activity of the trunk muscle according to change of the leg width and arm posture during sit to stand. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine*. 2019;14(1):91-99.

Lindle RS, Metter EJ, Lynch NA, et al. Age and gender comparisons of muscle strength in 654 women and men aged 20-93 yr. *Journal of Applied Physiology*. 1997;83(5):1581-1587.

Mazza C, Benvenuti F, Bimbi C, et al. Association between subject functional status, seat height, and movement strategy in sit-to-stand performance. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2004;52(10):1750-1754.

Michalson P, Michaelson M, Jaric S, et al. Vertical posture and head stability in patient with chronic neck pain. *Journal of Rehabilitation Medicine*. 1997;35(5): 229-235.

Ministry of Health and Welfare. Rules for enforcement of the act on convenience for the disabled. 2018; Article

2:paragraph 1.

Nam HS. Effects of the base of support on anticipatory postural adjustment and postural stability. Catholic University of Daegu. Dissertation of Master's Degree. 2015.

Pai Y, Rogers MW. Segmental contributions to total body momentum in sit-to-stand. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 1991;23(2):225-230.

Park EC, Son GB. The effects of balance training on balance pad and sand on balance and gait ability in stroke patients. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine.* 2016;11(1):45-52.

Park TJ, Jeong OC, Sun S, et al. Differences in lower extremity coefficient of joint contribution for a sit-to-stand movement with change of chair height in able-bodied young and old women. *Korean Journal of Sports Science.* 2012;21(4):1353-1364.

Rika, T. Correlations between flexion angle of the knee and the center of pressure in sit-to-stand motion. *Journal of the showa Medical Association.* 2001; 61(2):222-232.

Shin JW, Bae WS, Lee HO. Sit-to-stand movement and static standing balance differences between young and older adults. *Journal of Korean Society of Integrative Medicine.* 2016;4(3):61-68.

Son JS. In-depth analysis of the safety accident of elderly people. Dae Jeon. Korea Consumer Agency. 2017.

Song HY, Cho JP, Pack KW. Effectiveness of bathroom grab bar to vent falls in elderly. *Journal of the Korea Gerontological Society.* 2002;22(3):85-98.

Sun S. Kinetic analysis of sit-to-stand movement with change of chair heights in able-bodied 60s and 20s women. Pusan National University. Dissertation of Doctorate Degree. 2010.