

뇌졸중 환자의 낙상위험도와 균형 및 보행능력에 대한 안정 지면과 불안정 지면에서의 과제지향적 균형운동의 효과 비교

강태우 · 김범룡[†]

우석대학교 보건복지대학 물리치료학과, ¹대자인병원 재활센터

Comparison of Task-oriented Balance Training on Stable and Unstable Surfaces for Fall Risk, Balance, and Gait Abilities of Patients with Stroke

Tae-Woo Kang, PT, PhD · Beom-Ryong Kim, PT, MS[†]

Department of Physical Therapy, College of Health and Welfare, Woosuk University

¹Department of Physical Therapy, Design Hospital

Received: December 23, 2018 / Revised: December 27, 2018 / Accepted: February 22, 2019

© 2019 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: The purpose of this study was to compare task-oriented balance training on stable and unstable surfaces in terms of the fall risk, balance, and gait abilities in patients with stroke.

METHODS: Twenty patients with stroke were divided randomly into a stable surface group (SSG, N=10) or unstable surface group (USG, N=10). The participants in the SSG and USG performed task-oriented balance training on stable and unstable surfaces, respectively. All participants were evaluated using the Tetrax, Berg balance scale (BBS), and 10-meter walking test (10MWT) before and after the

intervention. Both groups received training 30 min per day, five times per week, for six weeks.

RESULTS: The within-group changes in the fall risk, BBS, and 10MWT were significantly different in both USG and SSG ($p < .05$). USG showed significantly more improvement in the BBS and 10MWT compared to SSG ($p < .05$).

CONCLUSION: Task-oriented balance training on an unstable surface is more beneficial in improving the balance and gait abilities of stroke patients.

Key Words: Stable surface, Stroke, Task-oriented balance training, Unstable surface

I. 서론

뇌졸중 이후 대부분의 환자들은 시각정보와 고유수용성 감각의 손상으로 인하여 시각 및 공간 지각이 상실되어, 균형과 보행의 어려움을 겪게 된다[1]. 특히, 일반적으로 발생하는 편마비 증상은 환측으로 체중지지와 균형능력을 조절하는데 장애를 보이고, 비대칭적인 기

[†]Corresponding Author : Beom-Ryong Kim

kimbr21@hanmail.net, <https://orcid.org/0000-0002-4592-4499>

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.

립자세를 갖게 한다[2,3]. 이러한 비대칭적 자세는 보행 양상에도 영향을 미쳐 보행 속도를 감소시키고 독립적인 보행을 방해하는 요인이 된다[4]. 뇌졸중 환자의 균형과 보행능력은 환자의 일상생활수행능력과 기능회복 수준을 예측할 수 있는 중요한 척도로서 긴밀한 상관관계를 가지고 있다[1,5]. 그러므로 뇌졸중 환자의 균형능력은 낙상예방 및 일상생활수행능력에 가장 기본적인 필요 요소라고 할 수 있다[6].

균형은 감각계, 안뜰계, 시각계를 포함한 다양한 감각계를 동원하여 자세를 조절하는 것으로 자세조절을 위한 정위반응과 안정은 과제와 환경에 따라 변하기 때문에 알맞은 조절을 하기 위해서는 운동전략이 상황과 과제에 맞춰 적응되어야 한다[7]. 자세를 조절하기 위해서는 발에서부터 오는 체성감각의 정보가 중요하다. 그렇기 때문에 안정한 지면에서의 운동보다는 불안정한 지면에서의 운동이 외적인 동요를 증가시켜 자세정위 능력을 효과적으로 바꾸게 하고 이는 감각계 및 운동계를 더욱 빠르게 수정할 수 있게 하고, 자세를 스스로 조절할 수 있는 자세전략에 도움을 준다[8]. 불안정한 지면에서 수행하는 운동은 신경근 동원 패턴(neuromuscular recruitment pattern)을 잠재적으로 바꿀 수 있는 방법 중 하나이다[9]. 불안정한 지면에서의 운동은 안정한 지면에서의 운동보다 발목관절의 다양한 움직임 유발하여 더 많은 근력을 요구한다[10]. 또한, 다양한 움직임의 변화를 통한 고유수용성감각의 증가는 만성뇌졸중환자의 발목 근력과 균형 및 보행능력의 향상에 효과적이다[11].

균형과 보행능력을 향상시키기 위하여 피드백을 이용한 훈련, 가상현실에 기반한 프로그램을 이용한 훈련, 과제지향적 접근법들이 시행되고 있다[12,13]. Shumway-Cook과 Woollacott [8]는 움직임은 뇌의 여러 체계의 상호작용으로 발생되며, 목표를 중심으로 조직화되고, 환경의 영향을 받기 때문에 이러한 원리를 이용한 과제지향적 접근법은 균형능력 및 자세조절을 향상시키는데 적합하다고 하였다. 과제지향적 접근법은 뇌졸중 환자에게 일상생활수행능력과 인지기능의 향상을 위한 중재로서, 환자에게 반복적인 움직임 패턴을 통한 운동보다 기능적인 과제를 제공함으로써 문제를

해결하기 위한 능동적 참여가 가능한 훈련방법이다. 이러한 과제지향적 접근법은 뇌졸중 환자에게 기능적인 활동들을 다양하게 경험하게 하여 일상생활수행능력 향상에 도움을 주는 과제들로 구성되어 효율적인 치료방법으로 제시되고 있다[14]. Bae 등[15]은 불안정한 지면에서 과제지향적 균형운동을 실시한 결과 균형능력에 향상을 보였고, Ahn [6]은 불안정한 지면에서 과제지향적 균형운동을 실시한 실험군과 대조군을 비교하여 균형능력 향상을 보였으며, Smania 등[16]은 안정한 지면과 불안정한 지면을 병행하여 과제지향적 균형운동을 실시한 결과 균형과 보행능력의 향상을 보였다.

이와 같이 선행연구들은 불안정한 지면에서의 과제지향적 균형운동 또는 안정과 불안정한 지면을 병행하여 과제지향적 균형운동을 진행하였으며, 과제지향적 접근법에 대한 긍정적인 효과에 대한 근거는 많이 제시되고 있지만 안정과 불안정한 지면이란 변화를 줌으로써 지면에 따른 차이를 비교한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 만성뇌졸중 환자들을 대상으로 낙상위험도와 균형 및 보행능력에 대한 안정한 지면과 불안정한 지면에서의 과제지향적 균형운동의 효과를 비교하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상

본 연구는 전라북도 전주시 소재의 병원에 입원한 뇌졸중 환자 중 연구의 목적을 이해하고 연구에 참여하겠다고 동의한 20명을 대상으로 실시하였다. 대상자를 각각 안정한 지면에서 균형운동을 실시한 stable surface group (SSG)과 불안정한 지면에서 균형운동을 실시한 unstable surface group (USG)로 나누어 무작위 배정하였다. 실험에 참여한 대상자는 실험 도중 탈락자 없이 모두 실험을 완전히 수행하였다. 연구기간은 6주간 진행되었고, 연구대상자의 선정기준은 다음과 같다. 뇌졸중진단을 받고 6개월 이상 경과한 자, 한국어판 간이정신상태 검사(mini-mental state examination-Korean version, MMSE-K)에서 24점 이상으로 인지기능 손상을 보이지 않는 자[17], 보조도구나 보조자의 도움을 받고

Table 1. General Characteristics of the Subjects (n=20)

	Experimental group I (n=10)	Experimental group II (n=10)	p
Gender (male/female)	6/4	7/3	
Paretic side (right/left)	3/7	2/8	
Age (year)	61.800±4.592	61.700±6.835	.971
Onset (month)	11.800±1.753	12.900±1.667	.174
MMSE-K (score)	27.200±1.879	27.700±1.831	.553

Values are presented as mean±standard deviation

MMSE-K: Mini-Mental Status Examination-Korean version

20분 동안 서기가 가능한 자, 10 m 이상 독립적인 보행이 가능한 자, 청력과 정형외과적 문제가 없는 자를 대상으로 선정하였다. 연구대상자의 일반적인 특성은 다음과 같다(Table 1).

2. 중재방법

본 연구의 대상자는 SSG과 USG로 동전을 던져 앞과 뒤의 여부에 따라 무작위로 배정하였다. SSG은 안전한 지면에서 과제지향적 균형관련 과제를 시행하였고, USG는 불안정한 지면에서 과제지향적 균형관련 과제를 시행하였다. 두 군 모두 1일 1회 30분씩 주 5회 6주간 운동을 시행하였다. 과제지향적 균형관련 과제는 Kang과 Kim [18]의 프로그램을 재구성하였으며, 과제는 다음과 같다. 1) 발을 지면 위에 위치한 채 등받이가 없는 의자에 앉아 치료사의 피드백을 받으며 자세를 1분 동안 유지, 30초 휴식, 3세트를 시행한다. 2) 발을 지면 위에 위치한 채 공에 앉아 치료사의 피드백을 받으며 자세를 1분 동안 유지, 30초 휴식, 3세트를 시행한다. 3) 등받이가 없는 의자에 앉아, 발을 지면 위에 위치한 채 치료사에 의해 안전이 확보된 상태에서 앉은 자세에서 일어서기를 10회 반복하여 수행, 30초 휴식, 3세트를 시행한다. 4) 지면 위에 치료사의 최소 도움을 받으며 두발로 선 자세를 1분 동안 유지, 30초 휴식, 3세트를 시행한다. 5) 지면 위에 치료사의 최소 도움을 받으며 한발을 앞에 두고 선 자세를 1분 동안 유지, 30초 휴식, 3세트를 시행한다. 6) 지면 위에서 치료사의 최소 도움을 받으며 5분 동안 앞으로 걷는다. 7) 지면 위에 20~30 cm 높이 장애물을 100 cm 간격으로 배치하여 치료사의

최소 도움을 받아 장애물을 넘으며 5분 동안 앞으로 걷는다. 불안정한 지면은 폴리우레탄으로 구성된 296x46x6 키바운더 매트리스(kyBouncer, Switzerlandkybun AG, Switzerland)을 사용하였고, 각 운동들은 5-10분 정도 시행하였고, 대상자의 상태에 따라 30초간 휴식을 주었다.

3. 평가방법

1) 낙상위험도측정

낙상위험도는 Tetrax(Sunlight Medical Ltd. Tel Aviv, Israel)를 이용하여 측정하였다. 이 장비는 독립적인 왼쪽과 오른쪽의 발가락 부분과 뒤꿈치부분의 4개의 영역의 무게를 측정하여 낙상위험도를 예측할 수 있는 장비이다. 이 시스템은 능동 관절가동범위 제한, 근력 및 지구력 감소, 운동계획 능력과 양측 통합 능력 손상, 균형 능력 감소를 보이는 뇌졸중 등 신경학적 손상을 가진 환자에게 적용 가능하다[19]. 본 연구에서는 낙상위험도를 측정하였는데, 낙상위험도는 동시화(synchronization), 자세 흔들림, 체중 분포 등의 자세 요소들을 포함하여 측정한다. 낙상위험도 점수는 0점에서 100점 사이로 분포되며 점수가 높을수록 낙상 발생이 증가함을 의미한다. 낙상위험도의 특이도와 민감도는 각각 .60과 .76이며, 높은 검사자 내 신뢰도($r=.88$)를 갖는다[20].

2) 버그균형 척도검사(Berg balance scale, BBS)

대상자들의 균형능력을 평가하기 위하여 버그균형 척도검사를 실시하였다. 버그균형 척도검사는 일상생활에서 수행되는 움직임들로 구성된 14개의 항목을 평

가하는 방법으로 각 항목별 최저 0점에서 최고 4점으로 총점은 56점이다. 측정된 점수가 높을수록 좋은 균형능력을 의미하고 점수가 낮을수록 대상자의 균형능력이 감소되어 있음을 의미한다[21]. 이 평가도구의 검사자 내, 간 신뢰도는 $r=.97$ 로 높은 신뢰도를 갖는다[22].

3) 10 m 보행검사(10 meter walking test, 10MWT)

10 m 보행검사는 보행능력을 평가하기 위하여 실시하였다. 10m 보행검사는 총 14 m의 구간을 걸어가는 동안 미리 정해 놓은 출발점과 도착점에서 각각 2 m의 구간은 가속과 감속을 위한 거리로 설정한 후 가속과 감속구간을 제외한 10 m 구간을 이동하는데 소요되는 시간을 측정하였다[23]. 보행 시간은 초 시계로 측정하였다. 본 평가는 높은 신뢰도($r=.87$)를 보이고 3회 측정하여 평균값을 사용하였다[24].

4. 통계처리

본 연구에서 결과 처리 시 SPSS 23.0 for windows를 사용하여 분석하였다. 연구대상자의 일반적인 특성은 기술통계를 이용하여 평균과 표준편차로 표시하였고, 정규성 검정을 위하여 샤피로-윌크스(Shapiro-Wilks) 검정을 실시하였다. 치료 환경 조건에 따라 각 집단의 중재 전과 후의 차이를 검정하기 위하여 대응표본 t-검정을 사용하여 분석하였고, SSG과 USG의 집단 간 차이를 비교하기 위해 독립표본 t-검정을 사용하였다. 유의수준은 .05으로 설정하였다.

III. 결 과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구 대상자의 일반적인 특성은 Table 1과 같다. SSG과 USG의 일반적 특성에 대한 사전 동질성 검정을 실시한 결과, 모든 변수에 통계적으로 유의한 차이가 없었으므로 SSG과 USG의 일반적 특성에 대한 사전 동질성이 확인되었다($p>.05$).

2. 실험 전 · 후 낙상위험도와 균형 및 보행능력의 변화 SSG과 USG의 중재 전과 후의 낙상위험도와 균형

및 보행능력을 비교한 결과는 Table 2와 같다. 군 내 비교에서 모든 평가 지표(낙상위험도, BBS, 10MWT)에서 중재 전과 후에 유의한 차이가 있었으며($p<.05$), 군 간 비교에서 BBS와 10MWT에서는 USG가 SSG에 비해 중재 후 유의하게 향상되었다($p<.05$).

IV. 고 찰

과제지향적 접근법은 만성 뇌졸중 환자에게 일상생활에서 필요한 기능적인 훈련을 반복적으로 수행함으로써 신경계의 긍정적인 변화를 유도하는 방법이다[14]. 이와 같은 과제지향적 접근법의 장점을 활용한 안정한 지면에서 균형운동을 시행한 SSG과 불안정한 지면에서 균형운동을 시행한 USG이 낙상위험도와 균형능력(BBS) 및 보행능력(10MWT)에 미치는 영향에 대하여 다음과 같이 논의를 하고자 한다.

본 연구에서 적용한 과제지향적 운동은 운동조절과 학습 이론에 바탕을 두고 있는 근거가 있는 임상적 중재의 새로운 접근법 중 하나이다[14]. 과제지향적 접근법은 일상생활수행과 관련된 과제를 집중 연습함으로써 일상생활수행과 관련되지 않은 과제를 훈련하는 것보다 대상자의 능동적인 참여를 유도할 수 있으며, 이러한 과제의 반복적인 연습은 과제를 수행하는 시간을 단축시키고 효율성을 높일 수 있어 재활훈련에 실제과제들을 포함시키는 것이 중요하다[25,26]. 본 연구 결과 USG과 SSG 모두 낙상위험도와 균형 및 보행에 향상을 보였으며, 군 간 비교에서는 SSG 보다 USG에서 균형과 보행 능력에 유의한 향상을 보였다. 이는 불안정한 지면에서의 운동이 신경근에 대한 고유수용성 감각의 입력을 증가시키고, 이를 통해 연부조직의 감각운동조절과 신체의 안정화에 필요한 요소들의 동원을 증가시켰기 때문이라고 사료된다. 불안정한 지면에서의 과제지향적 균형운동은 외적 동요를 증가시켜 신경근에 대한 고유수용성 감각의 입력이 많아지고, 고유수용성감각계가 그 정보를 더욱 효율적으로 처리하게 한다[27]. 또한 움직임 시 동요를 감지하여 자세조절근육에 영향을 주는 group-II 구심성 신경원의 전도속도를 빠르게 하여 반응속도를 향상시켜 자세조절 능력을 향상시키게 된다[28].

Table 2. Changes in Balance and Gait Ability Following Intervention

		Experimental group I (n=10)	Experimental group II (n=10)	t
Tetrax (score)	Pre	96.600±4.628	97.000±6.067	-1.72
	Post	89.600±8.597	87.900±6.641	.491
	t	2.801*	10.403*	
BBS (score)	Pre	32.500±4.127	29.700±4.471	1.463
	Post	41.800±2.155	46.400±3.848	-3.310*
	t	-8.051*	-15.242*	
10 MWT (sec.)	Pre	49.901±6.086	47.500±3.443	1.094
	Post	33.708±3.379	23.209±1.485	9.031*
	t	8.402*	21.044*	

Values are presented as mean±standard deviation

BBS: Berg balance scale

10 MWT: 10 meter walking test

*p<.05.

본 연구의 주된 결과는 불안정한 지면에서 과제지향적 균형운동을 받은 군이 안정한 지면에서 과제지향적 균형운동을 받은 군보다 균형과 보행능력에 유의한 향상을 보였다는 것이다. 본 연구에서 균형과 보행능력을 평가한 BBS와 10MWT는 측정이 간단하고 용이하여 임상현장에서 뇌졸중 환자의 회복 정도를 측정하는데 보편적인 방법이다. 균형능력을 평가한 BBS에서 운동 후 USG에서 SSG에 비해 유의한 향상을 보였다(p<.05). Ahn [6]은 만성뇌졸중 환자를 대상으로 불안정한 지면에서 균형운동을 시행한 실험군과 대조군을 비교하여 실험 후 균형능력을 평가한 ABC(activities-specific balance confidence)척도와 BBS에서 유의한 향상을 보였다고 보고하였고, Smania 등[16]은 만성 뇌졸중 환자를 대상으로 안정한 지면에서 2주 동안 균형운동을 실시하고 이어서 불안정한 지면에서 균형운동을 2주간 실시한 후 균형능력에 유의한 차이가 있었다고 보고하였다. Bae 등[15]은 뇌졸중 환자에게 불안정한 지면에서 균형운동을 실시한 후 자세동요와 좌측과 우측의 체중지지에 있어 유의한 향상을 보였다고 보고하였다. 보행능력을 평가한 10MWT에서 USG이 SSG에 비해 유의한 향상을 보였다(p<.05). 불안정한 지면에서의 훈련은 자세조절을 위한 고유수용성 감각과 근육개시시간 향상을 통하여 보행능력을 향상시킨다[29]. 불안정한 지면

에서의 균형운동을 통하여 보행에 필요한 자세조절의 향상 및 균형능력의 향상, 감각운동조절의 향상은 보행능력을 향상 시킨다[30]. Smania 등[16]은 만성 뇌졸중 환자에게 안정한 지면에서 균형운동을 실시한 후 불안정한 지면에서 균형운동을 실시한 결과 보행속도에 유의한 차이가 있었다고 보고하였다. 이러한 선행연구들의 결과는 본 연구의 결과를 뒷받침해 줄 수 있다. 또한, 선행 연구들을 살펴보면 불안정한 지면에서 균형운동을 실시한 실험군과 대조군을 비교하여 균형과 보행능력의 변화를 살펴본 연구[6,15], 안정한 지면과 불안정한 지면을 결합하여 균형과 보행능력의 변화를 살펴본 연구[16]들이 대부분이며, 본 연구의 운동방법과 같이 안정과 불안정한 지면이란 변화를 줌으로써 지면차이에 따른 변화를 확인한 연구가 부족하다는 점에서 의미가 있다고 사료되며, 안정한 지면보다는 불안정한 지면에서 균형운동이 BBS와 10MWT에 더 효과적이라는 결과를 도출 할 수 있었다.

본 연구의 제한점은 첫째, 적은 수의 대상자를 포함하였기 때문에 모든 뇌졸중 환자들에게 일반화시키는데 어려움이 있다. 둘째, 환자를 평가하는데 있어 중요하게 고려되는 다양한 신체적, 정서적 특성을 고려하지 않았다. 셋째, 불안정한 지면의 효과를 증명하는데 영향을 줄 수 있는 고유수용성감각과 균형능력에 영향을

줄 수 있는 발목관절과 무릎관절의 근력에 대한 평가가 이루어지지 않은 제한점이 있다. 닛째, 중재 후 장기 추적관찰이 이루어지지 않아 장기효과를 정량화하여 비교하는데 한계가 있었다. 그러므로 본 연구의 결과를 일반화시키기 위해서는 다양한 변수 측정이 필요할 것이고, 향후 이러한 제한점을 보완하는 연구들이 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

V. 결론

본 연구의 목적은 만성 뇌졸중 환자들을 대상으로 불안정한 지면과 안정한 지면에서의 과제지향적 균형 운동이 낙상위험도와 균형 및 보행능력 향상에 어떠한 영향을 주는지 알아보고자 하였다. 본 연구의 결과 불안정한 지면과 안정한 지면에서의 균형운동 모두 낙상 위험도와 균형 및 보행에 향상을 보였다. 특히, 불안정한 지면에서의 균형운동이 안정한 지면에서의 균형운동보다 균형과 보행능력 향목에서 더욱 향상을 보였다. 따라서, 만성 뇌졸중 환자에게 균형과 보행능력을 향상시키기 위해서 임상현장에서 불안정한 지면을 이용한 훈련들이 많은 도움이 될 것이며, 이와 관련된 연구들이 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

References

- [1] Kim CM, Eng JJ. The relationship of lower-extremity muscle torque to locomotor performance in people with stroke. *Phys Ther.* 2003;83(1):49-57.
- [2] Johannsen L, Broetz D, Karnath HO. Leg orientation as a clinical sign for pusher syndrome. *BMC Neurol.* 2006;6(1):30.
- [3] Laufer Y, Dickstein R, Resnik S, et al. Weight-bearing shifts of hemiparetic and healthy adults upon stepping on stairs of various heights. *Clin Rehabil.* 2000;14(2): 125-9.
- [4] Patterson KK, Parafianowicz I, Danells CJ, et al. Gait asymmetry in community-ambulating stroke survivors. *Arch Phys Med Rehabil.* 2008;89(2):304-10.
- [5] Lee DJ, Kim SY, Song CH. The correlations between the balance test, functional movement, visual perception test and functional independent measure in stroke patients. *J Korean Phys Ther.* 2009;21(2):39-45.
- [6] Ahn W. The training effect of balance pad in stroke. *J Sport Leis Stud.* 2008;32(1):803-11.
- [7] Horak FB, Macpherson JM. Postural orientation and equilibrium. *Handbook of physiology.* 1996;1(1):255-92.
- [8] Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control: translating research into clinical practice.* Lippincott Williams and Wilkins. 2007.
- [9] Franklin DW, Osu R, Burdet E, et al. Adaptation to stable and unstable dynamics achieved by combined impedance control and inverse dynamics model. *J Neurophysiol.* 2003;90(5):3270-82.
- [10] Lee K, Lee S, Lee S. The effect of low extremity strengthening enhanced gait mat training on unstable surface on gait parameter and low extremity strength in elderly. *J Spec Educ Rehabil Sci.* 2011;50(4):419-35.
- [11] Park YH, Kim YM, Lee BH. An ankle proprioceptive control program improves balance, gait ability of chronic stroke patients. *J Phys Ther Sci.* 2013;25(10):1321-4.
- [12] Kizony R, Levin MF, Hughey L, et al. Cognitive load and dual-task performance during locomotion poststroke: a feasibility study using a functional virtual environment. *Phys Ther.* 2010;90(2):252-60.
- [13] Canning CG. The effect of directing attention during walking under dual-task conditions in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord.* 2005;11(2):95-9.
- [14] Carr JH, Shepherd RB. *Stroke rehabilitation: guidelines for exercise and training to optimize motor skill.* Butterworth-Heinemann Medical. 2003.
- [15] Bae SC, Kim KJ, Yoon HI. The effects of the balancing training on the unstable surface for the CVA patients. *J Korean Acad Orthop Man Phys Ther.* 2001;7(2):5-22.
- [16] Smania N, Picelli A, Gandolfi M, et al. Rehabilitation of sensorimotor integration deficits in balance

- impairment of patients with stroke hemiparesis: a before/after pilot study. *Neurol Sci.* 2008;29(5):313-9.
- [17] Park JH, Kwon YC. Modification of the mini-mental state examination for use in the elderly in a non-western society. Part 1. Development of korean version of mini-mental state examination. *Int J Geriatr Psychiatry.* 1990; 5(6):381-7.
- [18] Kang TW, Kim BR. The effects of task-oriented exercise program on balance ability in patients with acute stroke. *J Korean Phys Ther.* 2018;30(4):112-6.
- [19] Lee NH, Lee J, Lee KN. The effects of treatment with a TETRAX on balance and mobility in acute stroke patients. *Phys Ther Korea.* 2010;17(3):11-9.
- [20] Laufer Y, Sivan D, Schwarzmann R, et al. Standing balance and functional recovery of patients with right and left hemiparesis in the early stages of rehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair.* 2003;17(4):207-13.
- [21] Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI. The Balance Scale: reliability assessment with elderly residents and patients with an acute stroke. *Scand J Rehabil Med.* 1995;27(1):27-36.
- [22] Berg KO, Wood-Dauphinee SL, Williams JI, et al. Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. *Can J Public Health.* 1992;83(2):7-11.
- [23] Visintin M, Barbeau H, Korner-Bitensky N, et al. A new approach to retrain gait in stroke patients through body weight support and treadmill stimulation. *Stroke.* 1998;29(6):1122-8.
- [24] Green J, Forster A, Young J. Reliability of gait speed measured by a timed walking test in patients one year after stroke. *Clin Rehabil.* 2002;16(3):306-14.
- [25] Horak FB. Assumptions underlying motor control for neurologic rehabilitation. In *Contemporary management of motor control problems. Proceedings of the II STEP conference.* Foundation for Physical Therapy Alexandria. 1991.
- [26] Wu CY, Trombly CA, Lin KC. A kinematic study of contextual effects on reaching performance in persons with and without stroke: influences of object availability. *Arch Phys Med Rehabil.* 2000;81(1):95-101.
- [27] Gruber M, Gollhofer A. Impact of sensorimotor training on the rate of force development and neural activation. *Eur J Appl Physiol.* 2004;92(1-2):98-105.
- [28] Granacher U, Gollhofer A, Strass D. Training induced adaptations in characteristics of postural reflexes in elderly men. *GaitPosture.* 2006;24(4):459-66.
- [29] Jung K. Effects of the weight shifting training on an unstable surface on anticipatory postural adjustment, balance, and proprioception in the persons with stroke. Master's Degree. Sahmyook University. 2009.
- [30] Jeong TG, Park JS, Choi JD, et al. The effects of sensorimotor training on balance and muscle activation during gait in older adults. *J Korean Soc Phys Ther.* 2011;23(4):29-36.