

Research Article

Open Access

불안정한 지지면에서 과제운동이 뇌졸중 환자의 팔과 다리의 불수의적 움직임과 균형에 미치는 영향

강정일 · 백승윤[†] · 정대근
세한대학교 물리치료학과

The Effect of Dual-Task Exercise on an Unstable Surface on Involuntary Arm and Leg Movement and Balance in Stroke Patients

Jeong-Il Kang, PT, PhD · Seung-Yun Baek, PT, PhD[†] · Dae-Keun Jeong, PT, PhD
Department of Physical Therapy, Sehan University

Received: November 4 2021 / Revised: November 9 2021 / Accepted: December 7 2021
© 2022 J Korean Soc Phys Med

| Abstract |

PURPOSE: This study aimed to analyze the effects of task exercise on an unstable surface on the involuntary arm and leg movement and balance in stroke patients.

METHODS: 20 stroke patients were clinically sampled and randomly assigned to two groups of 10 patients each. Experimental group I received task exercise intervention on an unstable surface and experimental group II received task exercise intervention. The interventions were carried out 3 times a week for 4 weeks (30 minutes per session). The global synkinesis (GS) and Berg Balance Scale (BBS) of the patients were evaluated as pre-tests prior to intervention, and then the post-tests were re-measured in the same manner as the

pre-tests after a 4-week intervention period.

RESULTS: In the experimental group I, there were statistically significant differences in the changes in the arm and leg GS ($p < .01$) and in the BBS ($p < .05$). On the other hand, in the experimental group II, there were statistically significant differences in the changes only in the arm GS ($p < .01$) and in the BBS ($p < .05$). Also, in the comparison of the changes between the two groups, there was a statistically significant difference in the changes in the leg GS only ($p < .05$).

CONCLUSION: In the experimental group I, the arm and leg GS were statistically significantly reduced, but the balance ability was statistically significantly improved. The reason was that in the experimental group I, similar movements of the paralyzed arm were promoted due to the double-task exercise on the unstable surface, and sensory feedback and posture strategies were well utilized in the legs, which was found to be effective in reducing the GS and improving the balance ability. Therefore, based on these results, the double-task exercise on an unstable surface should

[†]Corresponding Author : Seung-Yun Baek
qorgkgk13@naver.com, <http://orcid.org/0000-0002-0473-2562>
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.

be fully utilized for the rapid rehabilitation of stroke patients.

Key Words: Berg balance scale, Global synkinesis, Stroke

I. 서론

뇌졸중(stroke)은 뇌혈관의 출혈로 인하여 뇌로 공급되는 산소와 영양분이 차단되면서 뇌조직에 손상을 주어 신체의 장애를 일으키고 심하면 사망까지 유발할 수 있는 중추신경계 질환이다[1]. 뇌졸중의 신경학적 증상으로는 비정상적인 근긴장도 및 협응장애 등으로 마비측의 근력약화와 마비측의 체중 부하 감소로 인해 전체 체중의 약 40%를 마비측 하지를 이용하여 서게 되면서 발생하는 균형 장애 증상이 나타난다[2,3].

뇌졸중 후 균형 장애는 흔하게 나타나는 증상으로 [4], 낙상의 위험을 증가시키는 요인이며, 일상생활활동의 범위를 제한하고 보행과 운동기능 회복에 부정적인 영향을 주기 때문에[5,6], 낙상을 예방하기 위한 훈련은 뇌졸중 환자의 기본적인 일상생활 동작을 위한 중요한 요소이다[7,8]. 일상생활동작을 수행하기 위해서는 기능적인 움직임들의 통합이 필요하며[9], 목욕이나 옷 갈아입기, 식사 준비 등의 과제를 수행하기 위해서는 서 있는 상태에서 자세조절, 이동 능력, 뻗기, 잡기와 조작하기 등과 같은 숙련된 움직임들의 통합이 이루어져야 한다[10,11]. 이처럼 일상생활동작에서 대부분은 한번에 한 가지 이상의 과제를 수행하는 이중과제를 포함하고 있으며[12], 원활한 일상생활동작을 위해 이중과제 훈련의 필요성이 강조되고 있다[13]. 이중과제 훈련방법은 크게 두 가지로 구분되어지는데, 첫 번째는 인지와 운동과제를 동시에 훈련하는 방법으로 숫자 계산하기, 색 이름 맞추기와 같은 인지과제를 수행하는 동시에 신체적 기능과제를 수행하거나, 두 번째는 균형을 유지하며 상지를 사용하여 공을 던지고 잡기 또는 물건 옮기기 같은 두 가지 이상의 운동과제를 동시에 수행하며 기능적인 활동을 향상시키는 것을 말한다[14].

뇌졸중 환자는 비마비측 팔의 과도한 수축으로 인해 마비측 팔의 동일한 근육에서 불수의적 움직임이 나타나는데, 이러한 움직임은 어려운 과제수행 시 더 쉽게

관찰되고, 이를 Global synkinesis(GS)라고 하는데[15], 이는 마비 측의 기능에 따라 GS가 다르게 나타나기 때문에[16], 많은 연구들이 뇌졸중 환자들에게 중재를 적용한 후 신체기능 개선을 알아보기 위해 GS를 평가 지표로 사용하고 있다[15,17].

뇌졸중 환자의 최종 목표는 신체기능 회복으로 독립적 활동과 일상생활동작 수행이기 때문에 뇌졸중 환자의 적절한 운동치료 방법의 선택은 손상된 뇌 구조의 재조직화와 기능회복에 매우 중요한 요소임으로 환자들의 특성에 맞는 치료 프로그램이 필요하다[18]. 불안정한 지지면에서의 운동은 낙상을 예방하기 위한 방법으로 운동회복에 긍정적인 영향을 주기 때문에 본 연구는 불안정한 지지면에서 과제운동을 중재 한 후 뇌졸중 환자의 팔과 다리의 불수의적 움직임과 균형에 미치는 요인을 분석하여 빠른 사회적 복귀를 위한 임상적 기초 자료를 제공하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 설계

본 연구는 선정 기준에 부합된 20명의 뇌졸중 환자를 표본추출하고 제비뽑기를 통해 불안정한 지지면에서 과제운동을 중재한 집단 10명을 실험군 I, 선자세에서 과제운동을 중재한 집단 10명을 실험군 II로 무작위 배치한 후 팔과 다리의 GS와 균형을 사전 검사하였다. 모든 중재는 10분 동안 시행 후 1분간 휴식, 3회 반복으로 총 30분씩 주 3회, 4주간 실시하였으며, 4주 후 모든 중재가 종료되면 사후 검사를 시행하였다.

2. 연구대상

본 연구는 2021년 6월부터 9월까지 전라남도예 소재한 재활전문 요양병원에 입원하여 뇌졸중 진단을 받고, 편마비 증상을 가지고 있는 환자들 중 연구대상자 모집 공고에 자발적으로 지원한 환자 24명을 대상으로 하였다. 본 연구는 대상자에게 연구의 내용과 목적을 충분히 설명하고 참여 동의를 받은 후 진행하였다. 대상자의 선정기준은 뇌졸중 진단을 받은 6개월 이상인 자, 마비측 상하지 경직의 수준이 수정된 Ashworth 척도

Table 1. General Characteristics

Items	Experimental Group I (n = 10)	Experimental Group II (n = 10)	p
	M ± SD	M ± SD	
Age (years)	66.80 ± 6.07	66.50 ± 8.68	.135
Height (cm)	160.20 ± 6.23	158.10 ± 4.99	.559
Weight (kg)	64.20 ± 3.23	58.30 ± 4.83	.441
BMI (kg/m ²)	25.02 ± 2.05	23.40 ± 2.29	.868

(Modified Ashworth Scale: MAS) G2 이하인 자, 한국어 판 간이정신상태 검사(minimumental state examination-korea version; MMSE-K) 24점 이상인자로 하였고, 제외 기준은 복용중인 약물로 인하여 실험 기간의 변화가 생기는자로 하였다. 4명은 환자의 컨디션 저하와 퇴원으로 인해 중도 탈락하였고 뇌졸중 환자 20명의 일반적 특성은 다음과 같다[19](Table 1).

3. 평가도구와 측정방법

1) 팔과 다리의 Global Synkinesis 측정

표면 근전도 MP 100 system(Biopac, USA) 2채널을 사용하였고, 신호 수집을 위한 표본 추출률(sampling rate)을 1,000 Hz로 하였으며, 주파수 대역 필터는 30-450 Hz로 설정하였다. 전극을 부착하기 전에 피부 저항을 최소화하기 위해 대상자들의 피부에서 털을 제거하고 알코올 솜으로 문질러 피부를 청결히 한 후에 전극을 부착하였다. 팔의 Global Synkinesis 기록전극은 마비측 팔의 위팔두갈래근, 위팔세갈래근의 근복에 부착하였으며, 접지전극은 운동에 방해가 되지 않는 가까운 부위에 부착하였다. 의자에 앉은 자세에서 견축 어깨관절 0°, 팔꿈관절 90°, 손바닥 뒤침으로 보조기를 착용하여 고정하고 팔의 팔꿈관절 굽힘과 펴 방향으로 최대수축을 적용하였고 5초 동안 최대 수축을 하고 10초 간 휴식을 취하였으며, 총 3 set를 시행하였다. 다리 Global Synkinesis의 기록전극은 발등 굽힘과 발바닥 굽힘을 하기 위해 안쪽 장딴지근(medial gastrocnemius), 앞장딴지근(tibialis anterior)에 부착하였으며, 접지전극은 운동에 방해가 되지 않는 가까운 부위에 부착하였다. 의자에 앉은 자세에서 견축에 발등 굽힘과 발바닥 굽힘을 90°

에서 최대수축으로 적용하였고, 무릎관절은 90°를 유지하였다. 5초 동안 최대 수축을 하고 10초 간 휴식을 취하였으며, 총 3 set를 시행하였다. GS 수준은 근전도 실효치(root mean square; RMS)값으로 산출하였다[20].

2) 균형능력 검사(Barg Balance Sale; BBS)

노인들의 낙상 위험도를 평가하기 위한 목적으로 개발되었다. 서기, 앉기, 자세 변화의 3개의 영역에 속하는 14개 항목을 평가하는 도구로 각 항목은 5점척도로 구성되어 총 56점으로 계산하였으며, 점수가 높을수록 균형능력이 좋은 것으로 평가하였다[21].

4. 중재방법

1) 실험군 I의 중재프로그램은 균형능력과 상지 기능 향상을 위해 불안정한 지지면에서 균형을 유지하여 컵 옮기기, 공던지기 및 받기, 수건개기 동작을 적용하였고, 실험군 II의 중재프로그램은 선자세에서 컵 옮기기, 공던지기 및 받기, 수건개기 동작을 적용하였으며, 각 항목 당 중재 시간은 10분이며 항목 간 1분의 휴식시간을 갖고 총 4주 간 주 3회 1일 1회를 시행하였다. 그리고 공통중재로 신경발달치료를 시행하였다[22,23](Fig. 1).

5. 자료분석

본 연구의 자료 처리 방법은 Window용 SPSS 20.0을 이용하여 측정항목에 대한 평균과 표준편차를 산출하였고, 연구대상자의 일반적 특성에 대한 동질성을 Levene의 등분산 검정(Levene's test)을 실시하였다. 그리고 집단 내 변화 비교는 대응표본 t-검정(Paired t-test)을 사용하였고, 집단 간 변화 비교는 공분산분석(ANCOVA)를



Fig. 1. Dual-Task training.

Table 2. Changes in GS and BBS in Experimental Group I and Experimental Group II

Items		Pre-test M ± SD	Post-test M ± SD	t	p'
Arm GS (Hz)	E-group I	.06 ± .02	.02 ± .02	3.907	.004**
	E-group II	.09 ± .11	.06 ± .09	3.055	.014**
Leg GS (Hz)	E-group I	.06 ± .02	.03 ± .01	4.411	.002**
	E-group II	.06 ± .03	.04 ± .01	2.004	.076
BBS (point)	E-group I	26.00 ± 1.56	29.00 ± 3.30	-2.818	.020*
	E-group II	26.90 ± 1.79	28.60 ± 2.63	-2.325	.045*

*p < .05, **p < .01

GS: Global Synkinesis, BBS: Berg Balance Scale, E-group: Experimental group

사용하였으며, 유의수준 $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나, BBS 변화에서는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$)(Table 2).

III. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적인 특성

연구대상자의 동질성 검정을 실시한 결과 그룹 간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p > .05$)(Table 1).

2. 실험군 I 과 실험군 II의 집단 내 팔과 다리 GS 변화 및 BBS의 변화 비교

실험군 I 은 팔과 다리의 GS변화에서는 통계학적으로 유의한 차이가 나타났고($p < .01$),BBS 변화에서도 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$). 그리고 실험군 II에서는 팔의 GS 변화에서는 통계학적으로 유의한 차이가 나타났고($p < .01$),다리의 GS 변화에서는 통계학

3. 집단 간 다리 GS 변화 및 10MWT의 변화 비교
팔의 GS와 BBS변화에서는 통계학적으로 유의한 차이가 나타나지 않았고, 다리의 GS 변화에서만 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$)(Table 3).

IV. 고찰

본 연구에서는 불안정한 지지면에서 과제운동이 뇌졸중 환자의 불수의적 움직임과 균형에 미치는 영향을 알아봄으로써 지지면에 따른 운동 효과가 어떠한 차이를 보이는지 알아보고자 다음과 같은 논의를 하고자 한다.

Table 3. Changes in GS and BBS between the Groups

Items		Pre-test M ± SD	Post-test M ± SD	F	p'
Arm GS (Hz)	E-group I	.06 ± .02	.02 ± .02	3.167	.093
	E-group II	.09 ± .11	.06 ± .09		
Leg GS (Hz)	E-group I	.06 ± .02	.03 ± .01	8.119	.011*
	E-group II	.06 ± .03	.04 ± .01		
BBS (point)	E-group I	26.00 ± 1.56	29.00 ± 3.30	.491	.493
	E-group II	26.90 ± 1.79	28.60 ± 2.63		

*p < .05

GS: Global Synkinesis, BBS: Berg Balance Scale, E-group: Experimental group

Hwang 등[15]의 연구에서는 비마비측 팔과 다리가 활성화되면 마비측 팔과 다리에서 나타나는 불수의적 움직임을 GS라 하였고, Chen 등[26]은 GS가 변화되는 그룹보다 변화되지 않은 그룹에서 경직과 관련이 많기 때문에 GS의 변화가 클 때 효과적이라고 하였다. 그리고 김희경[27]의 연구에서는 뇌졸중 환자 10명을 대상으로 기능적 전기자극과 치료사와 같이 마시기 동영상 을 관찰 후 모방훈련을 통한 동작관찰훈련을 동시에 4주 간 중재하여 GS를 알아 본 결과, 대뇌의 앞운동겉질 활성을 촉진시킴으로써 GS의 감소를 보고하였다. 본 연구에서도 불안정한 지지면에서 과제운동을 중재한 실험군 I, 선자세에서 과제운동을 중재한 실험군 II의 집단 내 팔과 다리 GS 변화를 비교한 결과 실험군 I의 팔과 다리에서 통계학적으로 유의하게 감소하였고, 실험군 II에서는 팔에서만 통계학적으로 유의하게 감소 하였는데, 그 이유는 실험군 I 과 실험군 II에서 양측 팔을 이용한 중재 운동이 비마비측 팔의 움직임을 통해 환측 팔의 유사한 움직임을 촉진시키는 대뇌반구 간 전이 효과로 피질영역을 활성화시켜 마비측의 근육활동을 개선시킴으로써 팔의 GS가 감소한 것으로 나타났다. 그리고 실험군 I에서만 다리의 GS가 감소하였는데 이는 불안정한 지지면이 다리에 감각적인 피드백과 균형을 유지하기 위한 근육의 적절한 협응능력을 향상시켜 GS의 긍정적인 변화가 나타난 것이다.

Moon 등[28]의 연구에서는 뇌졸중 환자 10명을 대상으로 선 자세에서 팔 운동을 3주 간 중재하여 다리의

GS를 알아 본 결과, 앉은 자세나 누운 자세보다 선 자세에서 운동이 중추신경계로 전달되는 신경섬유에 변화로 인해 근경직이 감소함으로써 GS가 감소한다고 하였고, 중추신경원의 흥분성을 억제시키면 GS가 감소하면 주 동근과 대항근의 적절한 협력수축이 증가하여 원활한 보행을 할 수 있다[29]. 그리고 백승윤[30]의 연구에서는 뇌졸중 환자 10명을 대상으로 체중이동을 동반한 팔운동을 4주 간 중재하여 다리의 GS를 알아본 결과, 마비측 다리에 반복적인 체중지지와 움직임으로 인해 다리관절 주변 근육의 근활성과 고유수용성 감각기능을 향상시켜 GS가 감소한다고 보고하였다. 본 연구의 집단 간 팔과 다리의 GS 변화 비교에서는 실험군 I의 다리의 GS에서만 통계학적으로 유의한 감소를 보였는데, 이는 불안정한 지지면이 환자에게 외적 동요의 증가를 제공함으로써 자세 정위능력을 효과적으로 바꾸어 스스로 자세를 조절할 수 있는 자세전략에 도움을 주었고, 고유수용성 감각을 효과적으로 활성화시켜 GS가 감소한 것으로 판단된다.

Song과 Park[31]의 연구에서는 뇌졸중 환자 20명을 대상으로 밸런스 패드에서의 이중적 과제운동을 8주 간 중재하여 균형능력을 알아본 결과, 신경근에 대한 고유수용성 감각의 입력을 증가시킴으로써 균형능력의 향상을 보고하였고, Waller 등[32]은 뇌졸중 환자 9명을 대상으로 선 자세에서 뺨기 놓기 쥐기 과제를 6주 간 중재하여 자세조절 능력을 알아본 결과, 방향 조절능력과 균형능력의 향상을 보고하였다. 본 연구에서도 실

험군 I, 실험군 II의 집단 내 균형능력 변화를 비교한 결과 두 집단 모두에서 균형능력이 통계학적으로 유의하게 증가함으로써 선행연구결과를 지지하였는데, 그 이유로는 선자세에서의 팔 운동으로 인해 움직임시 동요를 감지하는 구심성 신경원의 전도속도를 빠르게 하여 자세 조절의 능력이 증가된 것으로 판단된다.

본 연구의 제한점으로는 대상자 선정 조건에 부합하는 환자만을 대상으로 연구를 진행하였기 때문에 이를 일반화 시키기에는 어려움이 있을 것이며, 작업치료, 언어치료, 심리치료 등 통제하지 못하였다. 그러므로 향후 연구에서는 이러한 제한점을 보완하여 연구가 진행되어야 할 것이다.

V. 결론

본 연구는 4주 동안의 불안정한 지지면에서 과제운동이 불수의적 움직임 감소와 균형능력 향상에 긍정적인 영향을 미쳤는데, 이는 불안정한 지지면이 감각적인 피드백과 균형을 유지하기 위해 자세전략을 사용함으로써 더욱 효과적이었다. 따라서 뇌졸중 환자의 원활한 일상생활을 위해 신체기능을 개선하기 위한 수단으로 활용해야 할 것으로 여겨진다.

Acknowledgements

본 논문은 2021년 세한대학교의 학술연구비에 의하여 지원되었다.

References

- [1] World Health Organization. (2014). Stroke, Cerebrovascular accident.
- [2] Liaw MY, Chen CL, Pei YC, et al. Comparison of the static and dynamic balance performance in young, middle-aged, and elderly healthy people. *Chang Gung Medical J.* 2009;32(3):297-304.
- [3] Lewek MD, Bradley CE, Wutzke CJ, et al. The relationship between spatiotemporal gait asymmetry and balance in individuals with chronic stroke. *J Appl Biomech.* 2014; 30(1):31-6.
- [4] Tyson SF, Hanley M, Chillala J, et al. Balance disability after stroke. *Phys Ther.* 2006;86(1):30-8.
- [5] Patterson SL, Forrester LW, Rodgers MM, et al. Determinants of walking function after stroke: differences by deficit severity. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(1): 115-9.
- [6] Lee KB, Lim SH, Kim YD, et al. The contributions of balance to gait capacity and motor function in chronic stroke. *J Phys Ther Sci.* 2016;28(6):1686-90.
- [7] Babulal GM, Huskey TN, Roe CM, et al. Cognitive impairments and mood disruptions negatively impact instrumental activities of daily living performance in the first three months after a first stroke. *Top Stroke Rehabil.* 2015;22(2):144-51.
- [8] Kal E, Houdijk H, van der Kamp J, et al. Are the effects of internal focus instructions different from external focus instructions given during balance training in stroke patients? A double-blind randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2019;33(2):207-21.
- [9] Liu-Ambrose T, Eng JJ. Exercise training and recreational activities to promote executive functions in chronic stroke: a proof-of-concept study. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2015;24(1):130-7.
- [10] Eng JJ, Chu KS, Kim CM, et al. A community-based group exercise program for persons with chronic stroke. *Medicine and science in sports and exercise. Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(8):1271-8.
- [11] Vandenberghe A, Levin O, De Schutter J, et al. Three-dimensional reaching tasks: effect of reaching height and width on upper limb kinematics and muscle activity. *Gait Posture.* 2010;32(4):500-7.
- [12] Yang YR, Wang RY, Chen YC, et al. Dual-task exercise improves walking ability in chronic stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(10): 1236-40.
- [13] Wajda DA, Mirelman A, Hausdorff JM, et al. Intervention

- modalities for targeting cognitive-motor interference in individuals with neurodegenerative disease: a systematic review. *Expert Rev Neurother.* 2017;17(3):251-61.
- [14] Melzer I, Goldring M, Melzer Y, et al. Voluntary stepping behavior under single-and dual-task conditions in chronic stroke survivors: A comparison between the involved and uninvolved legs. *J Electro myogr Kinesiol.* 2010;20(6):1082-7.
- [15] Hwang IS, Tung LC, Yang JF, et al. Electromyographic analyses of global synkinesis in the paretic upper limb after stroke. *PhysTher.* 2005;85(8):755-65.
- [16] Boissy P, Bourbonnais D, Gravel D, et al. Effects of upper and lower limb static exertions on global synkineses in hemiparetic subjects. *Clin Rehabil.* 2000;14(4):393-401.
- [17] Ejaz N, Xu J, Branscheidt M, et al. Finger recruitment patterns during mirror movements suggest two systems for hand recovery after stroke. *BioRxiv.* 2017.
- [18] Lord SE, McPherson K, McNaughton HK, et al. Community ambulation after stroke: how important and obtainable is it and what measures appear predictive? *Arch Phys Med Rehabil.* 2004;85(2):234-9.
- [19] Choi SH. The effects of ankle non-elastic taping on balance and gait ability in stroke patients. Master's Degree. Gachon University. 2017.
- [20] Sugg K, Müller S, Winstein C, et al. Does action observation training with immediate physical practice improve hemiparetic upper-limb function in chronic stroke?. *Neurorehabil Neural Repair.* 2015;29(9):807-17.
- [21] Son NH. The Impact of Aquatic and Ground Exercise on Balance and Walking Abilities in Stroke Patients. Master's Degree. Yong-in University. 2013.
- [22] Haruyama K, Kawakami M, Otsuka T. Effect of Core Stability Training on Trunk Function, Standing Balance and Mobility in Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial. *NeurorehabilNeural Repair.* 2017;31(3):240-9.
- [23] Yu JA, Park JH. The Effects of Dual Task Training on the Balance, Upper Extremity Function, and Activities of Daily Living in the Chronic Stroke Patients. *JCIT.* 2020;10(6):217-27.
- [24] Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. *The Lancet.* 2011;377(9778):1693-702.
- [25] Billinger SA, Arena R, Bernhardt J, et al. Physical activity and exercise recommendations for stroke survivors: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke.* 2014;45(8):2532-53.
- [26] Chen YT, Li S, Magat E, et al. Motor overflow and spasticity in chronic stroke share a common pathophysiological process: analysis of within-limb and between-limb EMG-EMG coherence. *Front Neurol.* 2018;9(795):1-13.
- [27] Kim Hk. The Effect of a Combined Functional Electrical Stimulation with Action Observation Training on the Upper Limb Global Synkinesis and Function of Patients with Stroke. Master's Degree. Sehan University. 2020.
- [28] Moon Y, Jeong D, Kang J. The Effect of Arm Movements in the during Standing Position on Lower Limb Global Synkinesis and Balance in Stroke Patients. *J Int Acad Phys Ther Res.* 2019;10(3):1849-55.
- [29] Park YH, Kim SH, Choi H, et al. The Effect of Presynaptic Inhibition Using the Transcutaneous Electrical Stimulation for Global Synkinesis on the Post-Stroke Hemiplegic Patients. *J Kor Acad Clin Elec.* 2010;8(1):7-13.
- [23] Baek SY. Effect of Weight Shift Exercises on Leg Global Synkinesis and Gait in Patients with Stroke. *J Korean Soc Phys Med.* 2021;16(2):63-70.
- [31] Song GB, Park EC. The effects of balance training on balance pad and sand on balance and gait ability in stroke patients. *J Korean Soc Phys Med.* 2016;11(1):45-52.
- [32] Waller SM, Prettyman MG. Arm training in standing also improves postural control in participants with chronic stroke. *Gait Posture.* 2012;36(3):419-24.
- [33] 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. *PhysTher.* 2010;90(2):252-60.
- [34] Chen HC, Lin KC, Chen CL, et al. The beneficial effects

of a functional task target on reaching and postural balance in patients with right cerebral vascular accidents. *Motor Control*. 2008;12(2):122-35.

[35] Bang DH, Cho HS. The Effect of Arm Training in Standing

Position on Balance and Walking Ability in Patients with Chronic Stroke. *J Korean Soc Phys Med*. 2017;12(2): 75-82.