

## 전신 진동을 결합한 교각운동이 뇌졸중 환자의 근활성도와 균형에 미치는 영향

양대중<sup>1</sup> · 박승규<sup>1</sup> · 강정일<sup>1</sup> · 김제호<sup>1</sup> · 정대근<sup>1</sup> · 오수환<sup>2</sup> · 엄요한<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>세한대학교 물리치료학과 교수, <sup>2</sup>세한대학교 물리치료학과 대학원 학생, <sup>3\*</sup>군장대학교 물리치료과 교수

### Influence of Bridge Exercise Combined with Whole Body Vibration on Muscle Activity and Balance of Stroke Patient

Yang Daejung, PT, Ph.D<sup>1</sup> · Park Seungkyu, PT, Ph.D<sup>1</sup> · Kang Jungil, PT, Ph.D<sup>1</sup>  
Kim Jeho, PT, Ph.D<sup>1</sup> · Jung Daekeun, PT, Ph.D<sup>1</sup> · Oh Suwhan, PT<sup>2</sup> · Uhm Yohan, PT, Ph.D<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Physical Therapy, Sehan University, Professor

<sup>2</sup>Dept. of Physical Therapy, Graduate School of Sehan University, Student

<sup>3</sup>Dept. of Physical Therapy, Gunjang University, Professor

#### Abstract

**Purpose** : This study focuses on the influence of bridge exercise combined with whole body vibration on muscle activity and balance.

**Methods** : 30 stroke patients were recruited for subjects. The subjects were divided to bridge exercise combined stable surface (Group I), bridge exercise combined unstable surface (Group II), and bridge exercise combined bridge exercise (Group III), of which 10 subjects were randomly allocated. The subjects were given 30 minutes of neurologic physical therapy which included gait training and muscular strength training, and additionally given 30 minutes of bridge exercise combined stable surface, bridge exercise combined unstable surface, and bridge exercise combined whole body vibration for each group, five times a week, for 8 weeks. Their muscle activity and balance were analyzed before the intervention. After 8 weeks of the intervention, the mentioned parameters were measured once more for between-group analysis.

**Results** : Comparative analysis of the muscle activity and balance between the groups showed statistically significant difference, and post-hoc analysis showed the Group III had greater changes in muscle activity and balance than Group I and Group II.

**Conclusion** : Such results revealed that bridge exercise combined with whole body vibration is effective in muscle activity and balance. Based on the current study, more effective program is to be proposed for elite athletes as well as stroke patients. Based on the current study, studies that incorporates various frequencies of vibration is required for development of effective whole body vibration exercise program.

---

**Key Words** : balance, muscle activity, stroke, whole body vibration

\*교신저자 : 엄요한, uhmyo112@naver.com

논문접수일 : 2019년 10월 8일 | 수정일 : 2019년 12월 4일 | 게재승인일 : 2019년 12월 13일

※ 본 연구는 2019년도 세한대학교 교내연구비 지원에 의해 이루어졌음.

## I. 서론

뇌졸중 환자의 주요 증상인 편마비는 다리 근력의 감소를 가져오고 약화된 근력은 균형 능력과 보행 능력을 저하시켜 걷기속도를 감소시킨다(Yang 등, 2007). 뇌졸중 환자의 일상생활동작은 균형, 보행, 인지, 근력과 연관성을 보였으며, 일상생활 능력의 회복을 위해서는 몸통과 다리근력 강화 운동이 필요하다(Hagovská & Olekszyová, 2016).

뇌졸중 환자의 근력은 균형과 밀접한 연관이 있으며, 다리 근력과 몸통 근력은 균형에 중요한 역할을 한다(Yang 등, 2008). 몸통 근력의 향상은 뇌졸중 환자들의 몸통의 안정성을 증가 시키며, 중력에 대항하여 독립적인 자세를 유지하며 선행적 자세 조절을 통해 팔, 다리를 움직이는 동안 안정을 제공한다. 그리고 몸통 근력의 증가로 인한 몸통의 안정성은 균형능력의 향상에 효과적이며, 원활한 동작을 위한 필수 조건이다(Ryerson 등, 2008). 다리근육의 약화나 불균형은 잘못된 무릎뼈의 움직임을 유발하여 비정상적인 선자세 정렬을 보인다. 비정상적인 정렬은 무릎관절에 과도한 압력을 주게 되어 무릎관절의 불안정성과 통증을 가져와 균형 및 보행 능력 감소에 원인이 된다(Iwasaki 등, 2006). 다리근력은 뇌졸중 환자들의 균형과 보행 능력 회복을 극대화하고, 삶의 질을 향상시킨다(Cramp 등, 2006; Ada 등, 2006).

뇌졸중 환자의 마비측 관절가동범위 제한과 근력 저하, 감각 저하 등은 환자의 균형 능력과 보행 능력의 감소로 이어진다(Smania 등, 2008). 근력과 보행의 관계에 대해서 마비측 다리의 근력이 좋을수록 향상된다(Mulroy 등, 2003). 뇌졸중은 몸통 조절에 영향을 미치는 몸통 근육의 기능을 약화시키며, 몸통의 조절능력은 뇌졸중 후 기능적 결과의 중요한 예측 인자이며, 신체를 바로 세우면서 무게 중심 이동을 원활하게 수행할 수 있도록 해주는 몸통근육의 활동수준에 의해 좌우된다(Karthikbabu 등, 2012). 몸통의 안정성은 일상생활의 기능적 활동이나 고위 수준의 과제를 수행하는 동안 팔다리 사용을 가능하게 하는 균형을 위하여 필수적인 요소이다(Ryerson 등, 2008). 뇌졸중 발병 초기 시 재활에서 다리 근력 강화와 몸통 근력강화를 통한 몸통의 안정성

은 균형과 보행 능력 향상을 위한 중요한 부분이다(Pang 등, 2005).

교각운동은 닫힌 사슬 운동으로 다리근육과 몸통근육 강화를 통해 안정성을 증가시키고, 균형과 보행 능력을 향상시킨다(Song & Heo, 2015). 교각운동은 다리에 체중을 부하시켜, 선 자세에서의 조절을 발달시키며, 보행에 필요한 몸통과 다리 근육을 강화시킨다(Youdas 등, 2015). 교각운동 시 몸통과 다리 근육을 강화시키기 위해서는 안정된 지지면 보다는 스위스볼, 쿠션, 다이내믹 에어쿠션과 같은 불안정한 지지면에서 적용하는 것이 더 효과적이다(Feldwieser 등, 2012). 불안정한 지지면에서의 교각운동은 근육 동원과 근활성도를 증가시켜 균형 능력 향상에 더욱 효과적이다(Feldwieser 등, 2012).

전신 진동운동은 고유수용성 감각자극 방법의 새로운 형태로, 다양한 주파수와 진폭을 이용하여 뇌졸중 환자의 재활훈련에 사용되고 있다(Van Nes 등, 2006). 그리고 진동 자극을 통해 중추신경계의 척수 반사를 촉진시켜 신경근육계를 강화하는 운동방법으로, 바닥의 진동을 전신으로 전달하여 근육의 면쪽 힘줄로부터 근힘살과 근방추를 자극하여 지속적인 수축 정보를 척수 레벨로 전달하게 된다. 전신 진동운동은 뇌졸중 환자의 다리 근력과 균형 능력 향상으로 낙상의 예방에 효과적이었으며, 강직의 감소와 보행 능력을 향상시키는데 효과적이다(Cardinale 등, 2010). 전신 진동운동은 다리근력 운동으로 여러 연구자들에 의해 다양한 신체적 기능 개선에 관한 효과가 입증되었으며, 근골격계 뿐만 아니라 순환계, 내분비계 등 인체의 다양한 측면에 영향을 미친다는 결과들이 보고되고 움직임에 제한이 있는 뇌졸중 환자에게 사용할 수 있는 안전한 치료법이라고 입증되면서 훈련 분야뿐만 아니라 뇌졸중 환자 치료에 있어서도 널리 사용되고 있다(Piech 등, 2014)

Tankisheva 등(2014)은 만성 뇌졸중 환자 30명을 대상으로 전신 진동훈련을 중재 후 근활성도를 측정한 결과 다리 근육과 몸통 근육에서 근활성도의 증가는 있었으나, 몸통 근육의 근활성도에서는 통계학적으로 유의한 차이를 얻지는 못하였다고 하였다. 선행연구를 보면 전신 진동을 이용한 운동이 환자의 근력 및 균형 보행 능력 향상에 효과적이며, 전신 진동은 환자의 먼 쪽 근력 강화에 효과적이라고 하였다. Roh(2012)는 정상 성인 14

명을 대상으로 교각운동 시 지지면의 차이가 몸통 및 다리의 미치는 근활성도에 대해 연구한 결과, 몸통 근활성도에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보였지만, 다리 근육인 앞정강근, 종아리근 등에서는 통계학적으로 유의한 차이를 보이지 않는다고 보고하였다. 현재 뇌졸중 환자 중재에 있어 전신 진동과 교각운동은 흔히 이용되어지고 있지만 두 가지를 결합하여 중재하는 연구는 미비한 실정이다. 이에 본 연구의 목적은 뇌졸중 환자에게 전신 진동을 결합한 교각운동을 통해 몸통 근력과 다리 근력의 효율적인 증진을 위한 중재 방법을 제안하고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 연구 대상자

본 연구는 2017년 5월부터 2017년 8월까지 3개월 간 뇌졸중으로 인해 편마비 진단을 받고 전남 소재 J병원에서 기능 회복을 위해 물리치료를 받고 있는 입원 환자들 중에서 뇌졸중 진단을 받고 1년을 초과하지 않은 편마비 환자로 재발 병력이 없는 자, 보조기를 사용하거나 또는 사용하지 않고 독립적으로 10 m를 걸을 수 있는 자, 한국형 간이 정신 상태 검사(K-MMSE)에서 24점 이상으로 검사자의 구두지시를 따르고 이해할 수 있으며, 의사소통이 가능한 자, 시야결손에 문제가 없으며, 운동시지각 검사(motor free visual perception test)에서 정상범주에 속한 자, 다른 내·외과적 의학적 질환을 가지고 있지 않은 자, 자발적으로 본 연구에 참여하기를 희망하는 자를 선정하였다. 본 연구에서 설정한 기준에 적합한 환자 30명을 대상으로 안정된 지지면에서의 교각운동 그룹(Group I), 불안정한 지지면에서의 교각운동 그룹(Group II), 전신 진동을 결합한 교각운동 그룹(Group III)으로 분류하여 각 그룹별로 10명씩 무작위 배치하였다(Table 1).

Table 1. General characteristics of the subjects

(n=30)

	Group I (n=10)	Group II (n=10)	Group III (n=10)	F	p
Age (year)	58.06±1.71	56.60±1.90	57.60±1.90	.286	.597
Height (cm)	167.86±2.28	169.60±2.30	168.02±2.11	.082	.777
Weight (kg)	66.93±2.11	68.33±1.75	66.83±1.75	.822	.372
MMSE-K (score)	26.93±2.21	25.23±1.51	26.43±2.12	.168	.392
Gender (male/female)	6/3	7/3	6/3	.847	.542
Duration (month)	11.06±0.80	11.8±1.04	10.8±1.04	2.604	.118

Shapiro-Wilk test, Mean±SD, MMSE-K; Mini Mental State Examination-Korea Version, Group I; Stable surface combined bridge exercise, Group II; Unstable surface combined bridge exercise, Group III; Whole body vibration combined bridge exercise

### 2. 실험방법

연구 대상자들은 보행 훈련 및 근력 강화 훈련 등이 포함된 신경계 물리치료를 30분씩 중재한 후, 안정된 지지면에서의 교각운동 그룹(Group I)은 운동 치료용 매트 위에서 실시하였고, 불안정한 지지면에서의 교각운동 그룹(Group II)은 다이내믹 에어쿠션(Aero Step, TOGU, germany)을 이용하여 교각운동을 실시하였고(Fig 1), 전신 진동을 이용한 교각운동 그룹(Group III)은 전신 진동

기(Wellengang, GmbH, Germany)를 이용하여 교각운동을 시행하였다(Fig 2). 중재는 8주간, 5회/1주, 30분/1일 동안 시행하였다. 전신 진동을 이용한 교각운동을 위해 전신 진동기를 사용하였다. 전신 진동기는 보폭에 따라 2 mm ~ 12 mm의 진폭을 갖고 있고 1 Hz ~ 25 Hz 주파수가 적용된다(Fig 3). 전신 진동을 적용하는 동안 자유롭게 진폭과 주파수가 적용된다. 수직 진동(vertical vibration)의 형태와 교대 진동(side alternating vibration) 형태가 혼합되어 나타난다. 교각운동은 무릎을 구부려 누운 자세를 취

하고, 관절 각도계를 이용하여 어깨 30° 각도로 팔을 내려두고 엉덩관절 굽힘 60°, 무릎관절 굽힘 90°, 양발 사이 간격은 대상자 어깨넓이 만큼 취하게 한다. 운동 시간은 30분으로 하며 엉덩관절 0° 가 되도록 하여 15초간 유지시키고, 다시 골반을 내려 10초간 휴식을 취하게 한다. 교각운동 1세트 당 10회 수행하고 총 3세트 시행한다. 세트 간 휴식시간은 60초로 한다(Czaprowski 등, 2014).



Fig 1. Unstable surface bridge exercise



Fig 2. Whole body vibration combined bridge exercise

1) 측정도구

(1) 근활성도 측정

근활성도를 측정하기 위해 MP100 표면 근전도 시스템(Biopac System Inc., California, USA)을 이용하였고 여기에서 전환된 디지털 신호는 개인용 컴퓨터에서 Acqknowledge 3.91 소프트웨어를 이용하여 자료 처리하였다. 이극 표면 전극(bipolar electrode)을 측정하고자 하는 근육에 부착하였다. 신호의 표본추출률(sampling rate)은 1,024 Hz로 설정하였고, 잡음을 최소화하기 위하여 대역 여과 필터(notch filter) 60 Hz, 대역통과 필터(band pass filter) 30 ~500 Hz를 사용하였고, 수집된 신호는 Root mean square(RMS) 처리를 하였다. 표면 근전도 신호에 대한 피부 저항을 감소시키기 위하여 부착부위의 털을 제거하고 가는 사포로 3~4회 문질러 피부 각질층을 제거한 후, 소독용 알코올로 피부를 깨끗이 하였다. 동적 균형능력인 안정성 한계(limited of stability)를 3회 검사하는 동안 몸통과 다리의 근활성도(RMS)를 3회 측정하여 수집된 자료는 표준화하기 위하여 측정된 raw data를 실효치(root mean square: RMS)로 변환하고 측정된 RMS 값을 이용하여 평균값을 사용했다. 전극부착 근육은 다리 근육에는 앞정강근, 장딴지근에 부착하고, 몸통 근육에는 척추세움근, 배곧은근에 부착하여 근활성도를 측정하였다. 앞정강근과 장딴지근은 자동 균형조절 중에 하나인 발목관절 전락을 사용하는데 주요한 역할을 하며, 균형 능력과 보행 능력에 필수적인 근육이다(Pak & Patten).



Fig 3. surface EMG

(2) 균형능력 측정

균형능력을 분석하기 위하여 균형분석기(Biorescue, RM Ingenierie, France)을 사용하였으며, 이 장비는 이동이 가능한 사각형의 두발 기립용 힘판으로 구성되어 있고 힘판 위에는 적절한 발의 위치를 위해서 눈금자가 표시되어 있다(Fig 4).



Fig 4. Measurement of balance

정적 및 동적 균형이 측정되고, 다양한 균형 훈련 프로그램을 통해서 물리치료를 하는데 사용한다. 검사 방법에는 정적 균형을 측정하기 위해 두 발로 서기를 60초간 전방을 향하는 동안 신체 중심(center of pressure)의 이동면적(surface area)과 총궤적길이(whole path length)를 측정하였다. 동적 균형의 안정성 한계(limited of stability)를 측정하기 위해 전방의 모니터에서 지시하는 8개의 방

향으로 체중 이동 시 중심점에서의 거리를 측정하였다. 모든 평가는 3회를 측정하여 얻은 결과 값의 평균값을 이용하였다. 이 도구의 검사-재검사 방법에서 급내 상관 계수 ICC=.84 로 높은 신뢰도를 가진다(Song & Park, 2016).

2) 분석방법

본 연구의 자료처리는 Window용 SPSS Ver 25.0을 사용하였다. 그룹 간 정규성 검증을 위해 Shapiro-Wilk 검정을 시행하였다. 중재 방법에 따른 집단 간 근활성도, 균형 능력을 비교하기 위하여 이원배치분산분석을 (two-way ANOVA) 실시하였으며, 사후검정은 Tukey 방법을 사용하였다. 통계학적 유의수준은  $\alpha = .05$ 로 설정하였다.

Ⅲ. 결 과

1. 중재 방법에 따른 그룹 간 근활성도 비교

Group I 과 Group II, Group III의 그룹 간 근활성도 변화를 비교 분석한 결과 통계적으로 유의한 차이가 있었으며( $p < .05$ ), 집단 간 근활성도의 변화에 따른 사후 분석 결과 Group III이 Group I 과 Group II 보다 근활성도의 변화가 더 크게 나타났다(Table 2).

Table 2. Comparison of muscle activity between groups

(Unit:  $\mu V$ )

Muscle	Group	Pre-test	Post-test	F	p	Post-hoc
TA	Group I	7.16±1.65	8.54±1.92	897.1	.002*	I, II < III
	Group II	6.76±1.23	8.32±1.71			
	Group III	7.46±1.05	10.26±2.65			
GCM	Group I	28.09±8.24	30.24±9.43	.518	.011*	I, II < III
	Group II	30.74±9.68	33.51±10.17			
	Group III	29.54±8.72	33.34±10.02			
ES	Group I	30.35±8.26	32.35±9.56	72.277	.014*	I, II < III
	Group II	31.45±8.76	33.75±10.19			
	Group III	30.15±8.11	33.15±10.06			
RA	Group I	8.31±1.98	8.78±2.17	14.71	.034*	I, II < III
	Group II	8.11±1.65	9.01±2.43			
	Group III	9.01±2.12	10.21±3.02			

two-way ANOVA, Tukey, \* $p < .05$ , Group I ; Stable surface combined bridge exercise, Group II ; Unstable surface combined bridge exercise, Group III ; Whole body vibration combined bridge exercise, TA; Tibialis Anterior muscle, GCM; Gastrocnemius muscle, ES; Erector Spinae muscle, RA; Rectus Abdominis muscle

2. 중재 방법에 따른 그룹 간 균형 능력 비교

Group I 과 Group II, Group III의 그룹 간 신체 중심 이동면적, 총궤적길이, 안정성 한계를 변화 비교 분석한 결과, 통계적으로 유의한 차이가 있었으며(p<.05), 집단

간 신체 중심 이동면적, 총궤적길이의 변화에 따른 사후 분석 결과 Group III이 Group I 과 Group II 보다 신체 중심 이동면적, 총궤적길이, 안정성 한계의 변화가 더 크게 나타났다(Table 3).

Table 3. Comparison of balance ability between groups

Muscle	Group	Pre-test	Post-test	F	p	Post-hoc
SA (mm <sup>2</sup> )	Group	69.20±14.57	67.26±13.87	7.171	.007*	, <
	Group	69.73±15.98	65.66±13.19			
	Group	68.93±16.18	62.36±12.49			
WPL (cm)	Group	8.83±1.49	8.55±2.22	1.479	.028*	, <
	Group	8.80±3.74	8.30±1.45			
	Group	8.86±3.76	8.20±1.34			
LOS (cm <sup>2</sup> )	Group	134.54±30.47	135.24±30.07	1.757	.038*	, <
	Group	133.44±30.07	135.62±31.30			
	Group	135.48±30.89	137.81±31.83			

two-way ANOVA, Tukey, \*p<.05, Group ; Stable surface combined bridge exercise, Group ; Unstable surface combined bridge exercise, Group ; Whole body vibration combined bridge exercise, SA; Surface Area, WPL; Whole Path Length, LOS; Limited of Stability

IV. 고 찰

뇌졸중은 대뇌 손상으로 인한 운동장애와 감각장애 등을 유발하며, 다양한 증상이 동반되는 질환으로 손상된 부위에 따라 복합적인 기능의 장애가 발생한다(Peurala 등, 2007). 뇌졸중 환자에게 흔히 나타나는 신체 기능 장애는 마비 증상이 있으며, 편마비 환자는 마비측의 운동 장애와 감각 장애로 기능적인 움직임의 저하, 자세동요 증가, 안정성 한계의 저하를 보이며, 이로 인한 독립적인 일상생활의 제한이 발생한다(Anaby 등, 2010). 뇌졸중 환자는 비정상적인 자세조절로 인해 체중 이동시 자세동요가 커지고 지지면 내에서 안정된 자세를 유지하는 어려움을 준다. 이러한 자세조절의 장애는 균형능력을 저하시키고, 결과적으로 기능적 활동에 문제를 초래한다(Teasdale & Simoneau, 2001). 근력의 약화는 뇌졸중 환자의 운동장애를 재할하는데 있어서 제한요인으로서, 자세 유지와 움직임 조절에 필요한 근육의 장력을

생성하는 능력을 감소시킨다. 그러므로 뇌졸중 환자에게 균형과 근력의 향상은 일상생활 동작 능력을 향상시키는 데 중요한 역할을 한다(Corriveau 등, 2004).

Feldwieser 등(2012)은 다리 근력과 몸통 근력의 감소는 일상생활에 큰 영향을 미친다고 하였고, 다리 근력과 몸통 근력 강화의 필요성을 제시하였다. Tankisheva 등(2014)은 뇌졸중 환자에게 흔히 편마비 증상이 나타나며, 이로 인한 다리 근력 감소는 균형을 감소시키고 보행 능력을 저하시켜 정상적인 보행 속도 유지와 걷기를 지속하기 어렵게 하며, 근력증진의 방법으로 전신 진동을 이용한 치료의 필요성에 대해 제시하였다. 본 연구에서는 8주간의 전신 진동을 결합한 교각운동이 뇌졸중 환자의 근활성도와 균형에 미치는 영향을 알아보고 급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 그 효과를 규명함으로써 기존의 급성기 뇌졸중 환자들에게 보다 더 나은 치료의 가능성을 제시하기 위해 다음과 같이 논의하고자 한다.

몸통의 근력 향상은 뇌졸중 환자들의 안정성을 향상

시키며, 몸통은 신체의 중심으로 기능적 활동 시 자세를 조절하는 역할로써 중력에 대항하여 독립적 자세를 유지하면서 팔·다리의 움직임에 미리 준비하고, 중심 이동을 원활히 하여 변화되는 움직임에 쉽게 움직이도록 한다(Ryerson 등, 2008). 교각운동은 운동하기 쉽고 간편하며 별도의 도구 없이 수행할 수 있어 임상에서 몸통의 근력 향상을 위한 프로그램으로 사용되고 있으며, 대근육과 소근육이 협응하여 안정화를 얻을 수 있도록 한다(Stevens 등, 2007). Marshall과 Murphy(2005)는 안정된 지지면에서 운동하는 것에 비해 치료용 볼에서 운동하는 것이 신체 분절을 지나는 근육들의 공동수축을 유발시켜 더 큰 근육 동원을 불러일으키게 되어 복부 근육과 척추세움근의 근활성도를 크게 높인다고 하였다. Kim과 Choi(2011)는 전신 진동기와 치료용 볼에서의 교각운동을 이용하여 실험한 결과, 몸통 안정화와 균형 능력을 향상시킨다고 하였으며, 불안정한 지지면을 이용한 교각운동이 안정된 지지면에서 교각운동보다 더 효과적이라 하였다. Kim(2015)은 건강한 남자 32명을 대상으로 전신 진동을 결합한 교각운동과 불안정한 지지면에서의 교각운동 시 몸통 근육의 근활성도를 비교한 결과, 전신 진동을 결합한 교각운동이 몸통 근육의 근활성도가 더욱 증가 된다고 보고하였다. 본 연구에서도 마찬가지로 안정된 지지면에서의 교각운동 그룹보다 불안정한 지지면에서의 교각운동 그룹, 전신 진동을 결합한 교각운동 그룹에서 몸통 근육의 근활성도에 더욱 유의한 차이를 보였으며, 그 중에서 전신 진동을 결합한 교각운동 그룹에서 더욱 유의한 차이를 보였다. 이는 전신 진동 운동은 척추 주변 근육들의 점탄성을 증가시켜 자세 정렬에 영향을 미치며, 전신 진동의 역학적 자극이 근방추를 자극하여 몸통 근육을 활성화에 영향을 미친 것으로 생각되며, 또한 앞선 연구에서는 대상자를 건강한 남자들 대상으로 하였지만 본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 하였으며, 본 연구는 8주라는 더 긴 기간을 두고 중재하여 근활성도에 더욱 유의한 차이를 보인 것으로 생각된다.

자발적으로 근육의 수축 활동이 용이하지 않은 급성기 뇌졸중 환자를 대상으로 한 전신 진동 운동의 적용은 뇌의 이상으로 인해 급성기에 나타날 수 있는 다양한 부작용을 최소화시킬 수 있는 효과적인 방안으로 제시하였다(In & Song, 2010). Tankisheva 등(2014)은 뇌졸중 환

자 15명을 대상으로 6주간 주 3회 전신 진동 운동과 함께 정적 및 동적 웅크리기 운동을 중재한 실험군과 일반적인 일상생활 활동을 중재한 대조군을 비교한 연구에서 전신 진동 운동과 함께 정적 및 동적 웅크리기 운동을 중재한 실험군이 대조군에 비교하여 다리 근육 근활성도에서 유의한 향상을 보였고, Shin 등(2010)은 뇌졸중 환자 45명을 대상으로 전신 진동 운동과 함께 웅크리기 운동과 체중 이동훈련을 중재하였을 때, 다리근육 근활성도에서 유의한 향상을 보였다. Uhm(2017)은 뇌졸중 환자 30명을 대상으로 10명씩 무작위 배치 8주간 전신 진동을 결합한 생체되먹임 자세조절 훈련 집단과 에어로스텝을 결합한 생체되먹임 자세조절 훈련 집단, 생체되먹임 자세조절 훈련 집단으로 나누어 8주간 주 5회 30분 중재한 결과, 전신 진동을 결합한 생체되먹임 자세조절 훈련군이 두 그룹과 비교하여 다리 근활성도가 통계학적으로 유의한 차이를 보였다. Roh와 Ma(2012)는 정상 성인 14명을 대상으로 교각운동 시 지지면의 차이에 따른 근활성도를 비교 분석한 결과, 불안정한 지지면에서 교각운동을 중재한 그룹에서 척추세움근, 넓다리두갈래근, 종아리근에서 유의한 차이를 보였다. 본 연구에서도 전신 진동을 결합한 교각운동을 중재한 결과, 몸통 근력뿐만 아니라 다리근력에서도 유의한 차이를 보였다. 이는 전신 진동이라는 지지면이 정량적으로 중력을 조절하여 근육에 새로운 자극을 가함으로써 다른 그룹 군에 비해 다리 근육 강화에 효과적이었을 것이라고 생각된다.

균형 능력 감소의 원인으로는 근력 약화의 원인을 들 수 있으며, 근력의 약화는 뇌졸중 환자의 운동장애를 유발하는 요인으로서, 자세 유지와 움직임 조절에 필요한 근력을 생성하는 능력을 감소시켜 균형 능력과 보행에 영향을 주게 된다(Li 등, 2007). 몸통 근력 약화로 인한 안정성의 저하는 균형 능력을 저하시키므로(Jang 등, 2012), 뇌졸중 환자의 균형 능력 향상을 위한 치료적 운동 중재 프로그램은 몸통의 안정성을 증진시키는데 이점을 두어야 한다(Jang, 2010).

Shim 등(2014)은 뇌졸중 환자 15명을 대상으로 몸통 안정화 운동을 5주간 주 5회 30분 중재한 그룹에서 몸통 근력 증가를 보였으며, 몸통 근력이 증가한 그룹에선 균형 능력에 유의한 차이를 보였다. 앞선 선행 연구와 같

이 본 연구에서도 몸통 근활성도의 증가는 균형 능력이 향상되는 결과를 보였다. 이는 몸통 근력의 근활성화로 인한 선행적 자세조절이 이루어짐으로써, 자세 동요가 감소되고 그로 인해 균형능력에도 영향을 준 것으로 생각된다. Kim(2002)은 다리 근육의 증가는 균형 능력에 높은 상관관계를 보인다고 하였다. Yang(2018)은 일반 성인 20명을 대상으로 지지면 조건에 따른 런지 운동을 1회당 30초간 등척성으로 유지하여 양쪽으로 각각 5회씩 실시하여, 다리 근활성도 및 균형 능력에 미치는 영향에 대해 조사한 결과, 다리 근육의 근활성도가 높게 나온 그룹이 균형에서 또한 증가된 결과 값을 얻었다.

본 연구에서도 선행 연구들과 마찬가지로 전신 진동을 결합한 교각운동 그룹이 다른 두 그룹에 비해 다리와 몸통 근활성도에 더욱 유의한 차이를 나타내었으며, 마찬가지로 균형에서 또한 유의한 차이를 보였다. 이는 전신 진동과 교각운동을 동시에 적용한 효과가 근활성도 향상에 유의한 영향을 미쳤으며, 다리근육의 강화는 잘못된 무릎뼈의 움직임을 바로잡아주며, 선 자세에서 정상적인 정렬 상태를 만들어 무릎관절에 필요한 만큼의 압력을 주어 무릎관절의 안정성을 가져와 균형에 도움이 된 것으로 생각된다.

본 연구의 제한점으로 연구대상자의 지역적 제한으로 모든 뇌졸중 환자에게 일반화하기 어려웠고, 연구대상자의 나이, 성별, 손상 부위와 발병 후 유병 기간 등의 관련 인자가 연구에 미치는 영향을 완전히 배제하기 어려웠다. 그리고 연구대상자의 일상생활 통제에 어려움이 있었다. 앞으로 본 연구를 바탕으로 중추신경계 환자가 아닌 주변에서 흔하게 볼 수 있는 근육뼈대계 질환이나 허리 통증을 호소하는 일반인을 대상으로 하여 효과를 확인하는 연구가 필요하다.

## V. 결 론

본 연구는 뇌졸중 환자를 대상으로 전신 진동을 결합한 교각운동을 8주 동안 실시한 후 근활성도와 균형에 미치는 영향을 분석한 결과, 전신 진동을 결합한 교각운동이 근활성도와 균형의 증가에 더 효과적임을 알 수 있

었다. 뇌졸중 환자들에 있어서 접근하기 쉬우면서 효율적이고 효과적인 치료로 생각되며, 중추신경계 손상 환자의 근력 향상을 통한 기능 회복 중재 방법으로 제안할 수 있겠다.

## 참고문헌

Ada L, Dorsch S, Canning CG(2006). Strengthening interventions increase strength and improve activity after stroke. *Aust J Physiother*, 52(4), 241-248.

Anaby D, Jarus T, Backman CL, et al(2010). The role of occupational characteristics and occupational imbalance in explaining wellbeing. *Appl Res Qual Life*, 5(2), 81-104.

Cardinale M, Soiza R, Leiper J, et al(2010). Hormonal responses to a single session of whole body vibration exercise in older individuals. *Br J Sports Med*, 44(4), 284-288.

Czaprowski D, Afeltowicz A, Gębicka A, et al(2014). Abdominal muscle EMG-activity during bridge exercises on stable and unstable surfaces. *Phys Ther Sport*, 15(3), 162-168.

Feldwieser FM, Sheeran L, Meana-Esteban A, et al(2012). Electromyographic analysis of trunk-muscle activity during stable, unstable and unilateral bridging exercises in healthy individuals. *Eur Spine J*, 21(2), 171-186.

Hagovská M, Olekszyová Z(2016). Relationships between balance control and cognitive functions, gait speed, and activities of daily living. *Z Gerontol Geriatr*, 49(5), 379-385.

In TS, Song CH(2010). The effects of whole body vibration on knee extensor strength, and balance and walking ability with chronic stroke. *J Korean Soc Phys Med*, 5(4), 675-683.

Iwasaki T, Shiba N, Matsuse H, et al(2006). Improvement in knee extension strength through training by means of combined electrical stimulation and voluntary muscle



- contraction. *Tohoku J Exp Med*, 209(1), 33-40.
- Jang KO(2010). The effects of intensive trunk stabilizing training on balance and gait in patient with hemiplegia. Graduate school of Dongshin University, Master's thesis.
- Jang SH, Ann JH, Kim JS(2012). Effect of trunk control training on labile surface on relative impulse in the persons with stroke. *J Korean Soc Phys Ther*, 24(2), 163-169.
- Karthikbabu S, Chakrapani M, Ganeshan S, et al(2012). A review on assessment and treatment of the trunk in stroke: A need or luxury. *Neural Regen Res*, 7(25), 1974-1977.
- Kim TH, Choi HS(2011). Effects of 4 weeks bridging stabilization exercise using swiss ball and whole body vibration on balance and gait function in elderly women. *Korean Res Soc Phys Ther*, 18(3), 49-58.
- Kim WT(2015). The trunk muscles activity on both unstable surface and whole body vibration during bridging exercises in young healthy adults. Graduate school of Konyang University, Master's thesis.
- Kim YH(2002). Effects of realignment at lower extremities on the balance and walking in the people with chronic stroke. Graduate school of Yongin University. Master's thesis.
- Li L, Tong KY, Hu X(2007). The effect of poststroke impairments on brachialis muscle architecture as measured by ultrasound. *Arch Phys Med Rehabil*, 88(2), 243-250.
- Marshall PW, Murphy BA(2005). Core stability exercises on and off a swiss ball. *Arch Phys Med Rehabil*, 86(2), 242-249.
- Mulroy S, Gronley J, Weiss W, et al(2003). Use of cluster analysis for gait pattern classification of patients in the early and late recovery phases following stroke. *Gait Posture*, 18(1), 114-125.
- Pang MY, Eng JJ, Dawson AS, et al(2005). A community-based fitness and mobility exercise program for older adults with chronic stroke: a randomized, controlled trial. *J Am Geriatr Soc*, 53(10), 1667-1674.
- Pak S, Patten C(2008). Strengthening to promote functional recovery poststroke: an evidence based review. *Top Stroke Rehabil*, 15(3), 177-199.
- Peurala SH, Könönen P, Pitkänen K, et al(2007). Postural instability in patients with chronic stroke. *Restor Neurol Neurosci*, 25(2), 101-108.
- Roh HL, Ma SY(2012). Proprioceptive motor control on trunk and lower extremity muscle activity. Proceedings of the Korea Contents Association Conference, 365-366.
- Ryerson S, Byl NN, Brown DA, et al(2008). Altered trunk position sense and its relation to balance functions in people post-stroke. *J Neurol Phys Ther*, 32(1), 14-20.
- Smania N, Picelli A, Gandolfi M, et al(2008). Rehabilitation of sensorimotor integration deficits in balance impairment of patients with stroke hemiparesis: a before/after pilot study. *Neurol Sci*, 29(5), 313-319.
- Song GB, Heo JY(2015). The effect of modified bridge exercise on balance ability of stroke patients. *J Phys Ther Sci*, 27(12), 3807-3810.
- Song, GB, Park EC(2016). The effects of balance training on balance pad and sand on balance and gait ability in stroke patients. *Korea Soc Phys Med*, 11(1), 45-52.
- Shin CH, Shin CT, Chu CL(2010). Assisting people with multiple disabilities actively correct abnormal standing posture with a Nintendo Wii balance board through controlling environmental stimulation. *Res Dev Disabil*, 31(4), 936-942.
- Shim HB, Cho HY, Choi WH(2014). Effects of the trunk stabilization exercise on muscle activity in lumbar region and balance in the patients with hemiplegia. *J Korean Soc Phys Ther*, 26(1), 33-40.
- Stevens VK, Coorevits PL, Bouche KG, et al(2007). The influence of specific training on trunk muscle recruitment patterns in healthy subjects during stabilization exercises. *Man Ther*, 12(3), 271-279.
- Tankisheva E, Bogaerts A, Boonen S, et al(2014). Effects of intensive whole body vibration training on muscle strength and balance in adults with chronic stroke: a

- randomized controlled pilot study. *Arch Phys Med Rehabil*, 95(3), 439-446.
- Teasdale N, Simoneau M(2001). Attentional demands for postural control: the effects of aging and sensory reintegration. *Gait Posture*, 14(3), 203-210.
- Uhm YH(2017). The effects of whole body vibration combined biofeedback postural control training on the postural alignment, lower extremity activity and cerebral cortex activity in stroke patients. Graduate school of Sehan University. Doctoral Dissertation.
- Van Nes IJ, Latour H, Schils F, et al(2006). Long term effects of 6 week whole body vibration on balance recovery and activities of daily living in the post acute phase of stroke: a randomized, controlled trial. *Stroke*, 37(9), 2331-2335.
- Yang KS(2018). Effects of lunges on varying floor conditions on leg muscle strength, muscle activity, and balance. Graduate school of Silla University, Master's thesis.
- Yang YR, Chen YC, Lee CS, et al(2007). Dual task related gait changes in individuals with stroke. *Gait Posture*, 25(2), 185-190.
- Yang YR, Tsai MP, Chuang TY, et al(2008). Virtual reality-based training improves community ambulation in individuals with stroke: a randomized controlled trial. *Gait Posture*, 28(2), 201-206.
- Youdas JW, Hartman JP, Murphy BA, et al(2015). Magnitudes of muscle activation of spine stabilizers, gluteals, and hamstrings during supine bridge to neutral position. *Physiother Theory Pract*, 31(6), 418-427.